16° V
15982

Benjamin Coriat

La robotique

repères



EDITIONS LA DECOUVERTE

61
ET-26

Collection *Repères*
animée par Michel Freyssenet et Olivier Pastré
avec la collaboration de
Patrick Allard, Bertrand Bellon, Hugues Bertrand
et Jean Pisani-Ferry

16°V
15982

DU MÊME AUTEUR

Chez d'autres éditeurs :

Science, technique et capital, Le Seuil, 1re édition, 1976, 2e édition, 1981.

L'Atelier et le chronomètre. Essai sur le taylorisme, le fordisme et la production de masse, Christian Bourgois éditeur, 1re édition, 1979, 2e édition revue, 1982.

Alcool. Enquête au Brésil sur un programme agro-énergétique de substitution du pétrole, Christian Bourgois éditeur, 1982.

Chez le même éditeur :

Usines et ouvriers. Figures du nouvel ordre productif, éd. Maspero, 1980 (en collaboration).

ISSN 0290-4454

62

Benjamin Coriat

LA ROBOTIQUE

seconde édition

Editions La Découverte
1, place Paul-Painlevé, Paris Ve
1984

DL-21-12-1984-38204

Remerciements

Rassembler une documentation internationale sur la robotique, la traiter et la présenter en quelque 128 pages est une entreprise hautement consommatrice de temps et d'énergie. Sans l'aide directe ou indirecte que m'ont apportée notamment Martine Blanc, Arnaud Lafaille, Yveline Lecler, Joël Le Quement, Daniel Richter et Robert Zarader — et sans les échanges, quelquefois controversés, que j'ai pu avoir avec eux, j'en serais sans doute encore à méditer des aspects essentiels de ce livre. Que chacun — dégagé d'une responsabilité que je porte bien évidemment entièrement — trouve ici l'expression de ma gratitude.



Si vous désirez être tenu régulièrement au courant de nos parutions, il vous suffit d'envoyer vos nom et adresse aux Editions La Découverte, 1, place Paul-Painlevé, 75005 Paris. Vous recevrez gratuitement notre bulletin trimestriel **A la Découverte.**

© Editions La Découverte, Paris, 1983
ISBN 2-7071-1428-6

ISSN 0290-4454

Introduction / Les robots sont parmi nous

Eh bien, cette fois c'est fait : ils sont là ! A force de les attendre, de les imaginer, de les décrire, on s'était comme familiarisés à eux ; on les avait presque apprivoisés. Le grand auteur américain de science-fiction, Asimov, avait même établi des lois simples de la robotique :

« *1re loi :* Un robot ne peut porter atteinte à un être humain, ou, restant passif, laisser cet être humain exposé au danger.

2e loi : Le robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la première loi »...

à la convenance de tous.

Mais voici que dans le milieu des années soixante-dix, tout change. Les robots en chair et en os, ou presque — en métal et en câbles électriques — surgissent, se montrent, et rapidement pénètrent dans les ateliers. Tout change, car cette fois c'est un espace non plus imaginaire, mais matériel et véritable qu'ils occupent. Bousculant dans les usines l'agencement des lignes de fabrication, c'est *à la place des hommes* qu'ils s'installent.

La chose est entendue : *les robots sont parmi nous.* C'est avec eux, dans tous les cas, qu'il faudra désormais compter.

Cette présence, dont chacun sent bien maintenant qu'elle est irréversible, n'a pas fait disparaître la fascination qu'exerce le robot. Elle a seulement eu pour effet que

s'ajoute à la fascination, la crainte. Car, et le point est remarquable, c'est en pleine dépression et au beau milieu d'une crise que tout le monde sait profonde et durable, que le robot surgit. Et pour l'heure, qu'on le reconnaisse explicitement ou non, son entrée dans l'atelier ne fait qu'accélérer encore les suppressions de postes et d'emplois. Le robot, longtemps espéré, tombe au plus mal.

Et puis, il n'y a pas que les emplois détruits. Il y a aussi les emplois modifiés. Les métiers patiemment acquis qui se trouvent, pour certains, brusquement disqualifiés parce que rendus inutiles par le mouvement du bras du robot et de l'outil qu'on a fixé à son extrémité. Et la « compensation » n'en est pas véritablement une, car à l'autre bout de la chaîne, le travail de programmation, de mise au point des mouvements du robot, échappe au contrôle direct des ouvriers, passe en des mains et des savoirs techniciens qui éloignent encore la machine de celui qui pourtant doit quotidiennement la gérer.

Confusément aussi, pourtant, chacun sent bien que le robot ne peut être rendu coupable de l'état actuel des choses. Et que, dans les ateliers où il pénètre — à la forge, au soudage, à la peinture, au moulage des plastiques —, c'est pour prendre souvent en charge des tâches répétitives, épuisantes, dégradantes... Faut-il, contre les robots, défendre tous les emplois quels qu'ils soient — même les plus asservissants et les plus destructeurs ?...

Les interrogations, les craintes, les perplexités sont réelles et profondes. C'est à tenter d'en exposer le ressort qu'est consacré ce petit livre. Je voudrais le dire de la manière la plus claire possible : les questions que pose la robotique sont suffisamment complexes et délicates, suffisamment sérieuses aussi, pour qu'il ne soit pas nécessaire, par complaisance, de les enfler et de les déformer encore, de chercher des « effets ». Tout au contraire, c'est à un exposé *au plus près possible des faits réels et des enjeux actuels et aujourd'hui prévisibles* que je m'en tiendrai. La robotique, ne l'oublions pas, quelque remarquable que soit son essor, n'en est qu'à son début. Je serais tenté de dire à sa préhistoire. Aussi faut-il parler simplement et directement du robot, dans la présentation de l'état des problèmes et des questions nouvelles qu'il fait surgir.

Avant d'entrer dans le détail des choses, deux préliminaires sont nécessaires afin de mieux délimiter et préciser le domaine et la nature des questions posées par la robotique et qui sont couverts par ce livre. De ce point de vue, l'essentiel tient en deux propositions :

• Quant au fond, ce que recouvre la robotique, c'est un ensemble de supports nouveaux pour *l'automatisation des fabrications industrielles*. Le point central étant constitué par l'usage désormais rendu possible de l'électronique et de la micro-électronique dans la production matérielle.

• Dans les industries manufacturières elles-mêmes, c'est principalement les industries de série (ce qu'on appelle d'un terme plus technique les industries séquentielles à processus discontinu), dont l'industrie automobile constitue un archétype, qui sont avant tout concernées.

1. Micro-électronique et automatisation

Un premier point doit être clair : l'automatisation n'est *pas un phénomène nouveau*. Des formes d'automatisation de la production — des machines préréglées se substituant au travail effectué manuellement — existent depuis pratiquement la naissance de l'industrie. Les historiens du machinisme du XIXe siècle tel Ure ou Babbage décrivent dans le détail toutes sortes de procédés ou de matériels que, à juste titre, ils décrivent comme des automatismes : des séries d'opérations étant effectuées mécaniquement par des machines. Ce n'est donc pas le fait de l'automatisation qui est nouveau. Ce qui l'est, ce sont *les supports et les moyens* utilisés pour automatiser les fabrications industrielles. Jusqu'à une période récente, pour automatiser les opérations de production, on s'appuyait principalement sur des ressources offertes par des disciplines telles que la mécanique, la physique, l'hydraulique, la pneumatique ou l'électricité... Les ressources de ces différentes disciplines appliquées dans des dispositifs matériels permettaient de résoudre le triple pro-

blème : motorisation/transmission/opération que pose toute automatisation d'une tâche industrielle.

La nouveauté, c'est que à partir des années cinquante et se développant largement dans les années soixante, *l'informatique* puis *l'électronique* viennent à leur tour s'ajouter aux disciplines déjà couramment utilisées dans la production. La conséquence en est que l'automatisation des tâches et des fonctions industrielles s'en trouve élargie à des *domaines nouveaux d'application*. Outre le fait que l'automatisation pénètre (quelquefois massivement) dans les tâches de bureaux pour la gestion de la comptabilité, des stocks, du personnel, des comptes..., pour ce qui concerne les ateliers de fabrication industrielle, c'est principalement dans les industries de *processus continu* (type pétrochimie, fabrication du verre, du caoutchouc, plus tard sidérurgie, cimenterie, énergie nucléaire) que l'automatisation va franchir un bond. L'ordinateur de process saisissant et traitant des informations sur la nature des opérations en cours pour en assurer le pilotage à distance est l'instrument qui symbolise le pas décisif franchi dans ce type d'automatisation.

Mais l'électronique comme telle, durant la décennie soixante, ne pénètre que peu, ou pas du tout, dans les ateliers où l'on produit en série des *formes* (électroménager, automobile, confection...). Là, il faudra attendre la décennie soixante-dix — et précisément les robots — pour que les bénéfices déjà tirés des progrès de l'informatique et de l'électronique dans les industries de processus continu se traduisent par des formes nouvelles d'automatisation. C'est que, et le point est essentiel, dans les deux grands types d'industrie qu'on vient de distinguer — les industries de processus continu ou de propriété d'un côté, les industries de série ou de forme de l'autre —, la nature des opérations de production qui sont requises par la production industrielle est fondamentalement différente. De même qu'y diffère la nature des problèmes technologiques posés à l'automatisation.

2. Industries de forme, industries de propriété, deux objets distincts de l'automatisation

La particularité et la singularité absolues de la nature des problèmes posés dans chacune des grandes industries peuvent être précisées davantage.

Dans les *industries de processus continu* (ou de propriété), dont l'industrie pétrochimique est un très bon exemple, l'objet de la transformation porte sur le pilotage de chaînes de réactions physico-chimiques dont il faut assurer le bon déroulement. Pour conserver le même exemple, dans un « steamcracker » d'une installation pétrochimique, la nature des opérations est théoriquement connue. Il s'agit de la désagrégation des molécules de pétrole pour obtenir, à température donnée et en présence de catalyseurs, des composants et dérivés des molécules initiales. Et ce sont les caractéristiques particulières des opérations physico-chimiques qui s'y déroulent qui permettent de définir ces industries comme des industries de propriété (il s'agit, à travers l'essence, de produire de l'énergie...).

Dans les *industries de série* (ou de formes), c'est de tout autre chose qu'il s'agit. Ici par pression, torsion ou enlèvement de matière, les opérations consistent à imprimer des formes, celles-ci devant obéir à des « cotes » précises (épaisseur des sections, pourcentage de déclivité des concavités ou des convexités ; s'agissant par exemple des éléments de la tôlerie d'une caisse : capot, aile, hayon...).

Quant au fond, c'est *au moyen de trajectoires dans l'espace imprimées à des outils que sont obtenues les modifications de la matière en quoi consistent les opérations de production.* Automatiser ces opérations revient donc à mettre au point des techniques de conduite et de pilotage de ces trajectoires, en général à cadence réglée. Il faut remarquer que ces trajectoires, à quoi l'automatisation vise à se substituer, consistent en des *modes opératoires* effectués par des ouvriers (en général aidés d'outils et de machines), leurs « qualifications » correspondant à des séries de gestes plus ou moins complexes et requérant une connaissance du maniement des outils, de la nature des matières premières et des interfaces

entre les outils et les matières premières, elle-même plus ou moins complexe.

Autrement dit, selon la nature des industries concernées (de propriété et de forme) et des opérations qui y sont requises (pilotage de chaînes de réactions physico-chimiques, exécution de trajectoires dans l'espace), l'automatisation est confrontée à des problèmes de nature *essentiellement différente*.

Ce fait à lui seul explique l'inégal développement des rythmes de pénétration de l'automatisation suivant les types d'industrie ou de procès de travail. Et quelque paradoxal que cela puisse paraître, il s'est avéré plus simple d'automatiser la conduite de chaînes de réactions physico-chimiques que de mettre au point des dispositifs capables de reproduire — en ambiance industrielle réelle — des trajectoires dans l'espace qui correspondent à l'essentiel des tâches de fabrication dans les industries de série.

Désormais, cependant, nous y sommes. Les robots — qu'on peut définir au plus simple commme des machines-outils ou des manipulateurs préréglés et reprogrammables — se substituent à des séries de tâches de plus en plus larges et variées, qu'il s'agisse de simples manipulations — chargement et déchargement, alimentation, montage-levage — ou d'opérations de transformations proprement dites — soudage, peinture, tournage, fraisage, ébavurage...

L'enjeu de ces nouveautés est bien évidemment considérable. On a même annoncé, ici et là, *l'usine sans hommes*, la solution enfin trouvée — et si longtemps rêvée — aux grèves et aux revendications ouvrières. J'aurai l'occasion de montrer que cette perspective de « l'usine sans hommes » qui, à titre expérimental, n'est plus hors de portée, n'est pas, dans un avenir prévisible, concevable sous les contraintes technologiques et de rentabilité qui sont celles de toute économie. Mais point n'est besoin d'aller aux extrêmes pour mettre en évidence l'importance et la gravité des défis que porte la robotique. Dans des économies durement frappées par la crise, la robotique apparaît à la fois comme un *facteur d'accélération des déséquilibres* — ceux qui concernent l'emploi et le travail notamment — et un *support de*

réorganisation de l'économie industrielle susceptible, sous des conditions à préciser, de favoriser les adaptations auxquelles, dans tous les cas, il est impossible de se soustraire.

Comme toute mutation technologique d'importance, la robotique ouvre un certain nombre de *possibles*. Et une ambition avouée de ce livre est de faire clairement apparaître que, parmi les voies ouvertes, toutes n'engagent pas vers des mutations de même nature...

Première partie

Le robot et ses utilisations

La grande presse, la télévision, les images qu'elles diffusent nous ont accoutumés à une certaine image du robot, et à une certaine idée de ses capacités. Image d'abord. Chacun d'entre nous pourrait décrire un robot : un soc d'acier d'où part un bras et à son extrémité une poignée et une main où est fixé un outil. L'ensemble, articulé, se déplace pour effectuer des mouvements dans l'espace. Quant aux capacités prêtées aux robots, elles sont souvent infinies et quasi magiques. N'est-il pas devenu fréquent — surtout s'il s'agit de reportage sur le Japon — de lire la description d'usines tournant sans âme qui vive et, mieux encore, d'usines produisant des robots au moyen de robots ?...

Il faut le dire nettement : la réalité est très éloignée de ces imageries. Il existe certes des robots dont la conception obéit à la morphologie que l'on vient de décrire. Ainsi par exemple dans l'industrie automobile, le robot de peinture correspond trait pour trait à cet ensemble-type. Dans la majorité des cas, cependant, des dispositifs *bien plus simples* suffisent. Et comme ils sont aussi en général moins coûteux, ce sont eux qui seront privilégiés tant par les constructeurs que par les utilisateurs. Ainsi, pour conserver le même exemple de la peinture dans l'industrie automobile, préfère-t-on souvent utiliser de simples « machines à peindre », plus robustes et finalement plus économiques.

De même, si l'on se tourne vers les capacités des robots,