

Aspects techniques de l'automation Technical Aspects of Automation

Roger Chartier

Volume 11, Number 1, December 1955

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1022663ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1022663ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Département des relations industrielles de l'Université Laval

ISSN

0034-379X (print)

1703-8138 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Chartier, R. (1955). Aspects techniques de l'automation. *Relations industrielles / Industrial Relations*, 11(1), 44–56. <https://doi.org/10.7202/1022663ar>

Article abstract

New words are often a good way to prepare a hearty fight about issues "Automation", as a word, is eight years old. As a fact, some say it is just another phase of good old technological progress, and manage to trace its origins centuries away. Others maintain that "automation" is the second, or even the third "Industrial Revolution", that some of its characteristics are so dramatic as to leave man gasping for breath. On the one side, automation has been prepared by decades of research experimentation, and will not be in full swing before other decades; so, better let things take care of themselves, or even accelerate the process, since only good things for mankind can come out of technological "progress". On the other side, there is a solid regard for the marvels of technology, and, it seems, a genuine belief in the overall goodness of its long-run effects: more job opportunities, better products at lower prices for more people, and so on; but, as is quickly pointed out, "in the long run we are all dead", and no one has ever dared tell how "short" are the "short-run" effects, social, economic, psychological, and so on, of a given phase of the technological evolution.

But before the fight gains in heat and size, it may be useful to have a quick look at what the fight is about, namely, the technical aspects of "automation" as it stands today.

AUTOMATION DEFINED

1. "The use of mechanical and electronic devices, rather than human workers, to regulate and control the operation of machines." (C.I.O. publications)
2. "The automatic handling of parts between progressive production process." (Management spokesmen)
3. "The accomplishment of a work task by an integrated, power-driven mechanism entirely without the direct application of human energy, skill, intelligence, or control." (Professor H. W. Wilson, Rensselaer Polytechnic Institute)
4. "A continuous and integrated operation of a production system using electronic equipment to perform routine functions and regulate and coordinate the flow and quality of production." (Professor W. S. Buckingham, Jr., Georgia Institute of Technology)

Automation thus covers the increasing use, in both factories and offices, of various types of labor-saving equipment having virtually continuous, and, in some instances, self-regulating operation.

THREE TYPES OF AUTOMATION

According to Professors Shultz and Baldwin,¹ three fundamental developments are the main ingredients of automation; the quotes in this section will refer to their text, unless otherwise mentioned.

1. **Integration:** "The linking together of conventionally separate manufacturing operations into lines of continuous production through which the product moves 'untouched by human hands'." This form of automation has been applied in metal working, electrical and electronic apparatus making, meat packing, but most spectacularly in the automobile industry, where it is called "Detroit automation". Ford, Chrysler, General Motors, the makers of Nash, and so on, use it. As an illustration, the following excerpt:²
2. McKinnon Industries, of St. Catharines, Ont., moved this year into the forefront of automation with a new assembly line to turn out V-8 engines for General Motors of Canada in Oshawa. All of the basic work on the engine blocks — more than eight hundred separate operations — is accomplished with only twenty-seven men. In a few months, when further automatic controls are installed, the number will be cut to twenty-one. These few workers are spread out along one thousand and twenty feet of massive and complex machinery. Much of the human work consists merely of replacing tool bits when the machines signal they are wearing out. Most of the inspection, too, is purely electronic.
3. **Feedback:** "The use of 'feed-back' control devices or servomechanisms which allow individual operations to be performed without any necessity for human control. With feed-back, there is always some built-in automatic device for comparing the way in which work is actually being done with the way in which it is supposed to be done and then making automatically any adjustments in the work-process that may be necessary." The simplest illustration of feedback is the thermostat; we also find it in simple form in automatic washers, dryers, stoves. Without it, the atomic industry would be unthinkable, and so with some chemicals. With it, strictly continuous-flow industries like the petroleum industry have been able to increase productivity enormously during the last thirty years. "In Corning glass plants scattered from England to Kentucky, there stand fourteen giant glass-blowing machines. While there are only fourteen of them, and each is operated by but a single worker, the machines, in effect, form an entire industry. From them each year flow 90% of the glass light bulbs used in the U.S., plus all the glass tubes used in the nation's radio and TV sets (picture tubes excepted)."³
4. **Electronic computing:** "The development of general and special purpose computing machines capable of recording and storing information (usually in the form of numbers) and of performing both simple and complex mathematical operations on such information." The first of these machines is hardly eight years old. Such computers can "think", make routine decisions in a uniform way, work out extremely complex problems and calculations in a matter of seconds. "The bigger computers can solve mathematical problems that are literally beyond human capacity. One such, in atomic physics, was handled recently by IBM. It, and others like it, involve 72,000,000 separate operations. A man working with pencil and paper might finish one in about 800 years... General Electric uses a giant Univac calculator to make up the weekly payroll for the 12,000 employees in its plant at Louisville, Ky. The brain does the entire job. It adds bonuses earned, makes income and medical-plan deductions, figures overtime — all the things a payroll clerk has to do to a pay cheque in mid-twentieth century. It distributes all totals among the cost accounts of the company's various departments. Then it writes out a cheque for everyone concerned, prints a payroll register, and reports ready for the next job. The whole complex process takes less than six hours... The Prudential Life Insurance Company has a computer that will bill policy holders for premiums, figure agents' commissions, calculate dividends, and work out all the statistics on which premium rates are based. Officials estimate that the brain will take over the work of two hundred human employees in one department alone."⁴

Where is all this leading mankind, what will be the impact of automation on our society and our economy, what are its natural brakes and what others "should" be added to control its growth, what will management, the unions, and government do about it, these, with dozens of others, are all valid questions. Good answers can be provided only on the basis of a precise knowledge of the technical aspects of automation as it now stands.

- (1) GEORGE P. SHULTZ and GEORGE B. BALDWIN. *Automation: A New Dimension to Old Problems*. Washington, D.C.: Public Affairs Press, 1955, p. 3.
- (2) NORMAN DEPOE. "Will a Machine Ever Take Your Job?", *MacLean's Magazine*, October 1, 1955, p. 62.
- (3) *Newsweek*, Vol. XLVI, No. 24, December 12, 1955, pp. 80-82.
- (4) NORMAN DEPOE, *op. cit.*, p. 64.

Aspects techniques de l'automatisme

Roger Chartier

Sous le nom d'automatisme, la phase présente de l'évolution technologique semble orienter l'humanité vers des modes graduellement « nouveaux » de vie et de travail. Les incidences socio-économiques de la technologie sont nombreuses et sérieuses. Le problème posé par le rythme même de l'évolution technologique revêt déjà un certain caractère d'urgence chez nos voisins du Sud. L'auteur se propose de préparer le terrain pour la discussion de ces grandes questions par une étude sans prétention de certains aspects techniques de l'automatisme: définition, types et description des développements récents.

Les mots que nous utilisons couramment disent avec une étonnante précision ce que nous sommes, ce que nous pensons, ce que nous souhaitons; ils sont un miroir fidèle de nos attitudes qui, elles, se centrent sur nos intérêts. Au nombre de ceux-ci se trouvent des intérêts d'ordre économique et professionnel que nous sommes prêts à défendre chèrement, et qui peuvent facilement s'opposer aux intérêts d'autres individus ou d'autres groupes. Et comme nous sommes, pour beaucoup, ce que nous *faisons*, nous ne restons pas sans passion devant ces mots nouveaux, porteurs d'un inconnu troublant.

Le mot « automatisme » est de ceux-là. En anglais, il a huit ans, et on le chercherait en vain dans le dictionnaire. Aurait-il fallu traduire, comme certains l'ont fait, par « automatiser » ? Ce dernier mot n'apparaît pas, lui non plus, dans les dictionnaires français les plus récents; et ici, « automatiser » a gardé le sens que lui donnait Littré en 1875: « rendre automate », qui n'a pas de relation nécessaire avec le phénomène que nous nous proposons de décrire. Au risque de verser dans le barbarisme, nous optons donc pour « automatisme ». Le lecteur jugera si

CHARTIER, ROGER, maître en sciences sociales (relations industrielles), professeur au Département des relations industrielles de la Faculté des sciences sociales de Laval.

les faits que nous allons présenter, en toute humilité de profane de la « nouvelle » technologie, justifient la création d'un mot nouveau.

Autour du mot, et de la réalité qu'il recouvre, la bataille est déjà commencée. Aux Etats-Unis, l'Association nationale des Manufacturiers et la Chambre de Commerce s'inscrivent en faux contre l'emploi du mot « automation »; d'après ces organismes, nous vivons présentement les débuts d'une phase (après tant d'autres) du progrès technologique qui passera sans chocs violents, parce que des décennies l'auront préparée et qu'il faudra d'autres décennies pour la réaliser; ceux qui émettent certaines réserves sur la marche du phénomène ou lui font une publicité « exagérée » sont des « fauteurs de crainte » (*scare-mongers*) qui « agitent l'épouvantail du chômage technologique ». Les chefs du syndicalisme américain, qui se sentent directement visés par de tels propos, s'en prennent à « l'irresponsabilité sociale » des industriels américains qu'ils entendent corriger, avec l'aide de l'Etat. Reuther et Meany s'efforcent de détruire le « mythe » de l'opposition des travailleurs au progrès industriel, et particulièrement à l'automation. Ceci posé, ils insistent pour que tous les intéressés (gouvernants, industriels et commerçants, travailleurs) prévoient les conséquences économiques et sociales de l'évolution technologique sous sa forme présente, afin que « par des mesures constructives on évite les formidables bouleversements économiques qui pourraient menacer » toute l'économie.

Nous n'entrerons pas, pour l'instant, dans ce débat. Au fur et à mesure que l'automation progressera, il faudra analyser son évolution technique, examiner les forces en présence et l'orientation nouvelle de la négociation collective en face des conséquences economico-sociales envisagées, préciser le rôle de l'Etat, proposer des remèdes à court ou à long terme. Notre propos, ici, est simplement de définir l'automation, d'en décrire les phases techniques et d'en indiquer les développements récents.¹ Sur cette base, croyons-nous, la discussion des points précités pourra s'engager avec un peu plus de réalisme.

I.—DEFINITION DE L'AUTOMATION

Nous avons recueilli une bonne trentaine de définitions de l'automation qui reflètent bien les préoccupations de leurs auteurs. Un ingénieur parle de la « manipulation automatique de matières entre des pro-

(1) Le lecteur aura intérêt à lire l'article du professeur Louis-Philippe Bonneau, de la Faculté des sciences de Laval, paru sous le titre « Automatismes » dans la *Revue de l'Université Laval*, Vol. IX, no 6, février 1955, pp. 492-503.

cessus progressifs de production ». Un chef ouvrier décrit cette « technique grâce à laquelle s'accomplit une tâche par une force intégrée dans un mécanisme, et entièrement soustraite à la mise en oeuvre de l'énergie, de l'habileté, de l'intelligence ou du contrôle de l'homme »; un autre décrit « l'usage d'appareils mécaniques et électroniques, plutôt que de travailleurs, pour régler et contrôler l'opération de machines ». Un employeur déclare que « l'automatisme, c'est le progrès technologique, sans plus ». John Diebold, directeur de la revue américaine *Automatic Control* et l'un des pionniers de l'automatisme, définit celle-ci comme « l'intégration de machines les unes dans les autres de sorte qu'elles forment des unités complètement automatiques qui, en certains cas, se contrôlent elles-mêmes ». Enfin, le professeur Pierre Harvey, de l'École des Hautes Etudes Commerciales de l'Université de Montréal, définit l'automatisme comme une « technique d'organisation de la production caractérisée par la liaison d'une série de machines au moyen de mécanismes capables d'assurer une production continue et par l'utilisation de machines pour surveiller les machines et diriger leurs opérations. » (*Le Travail*, 28 octobre 1955, p. 5.)

Ces définitions quelque peu divergentes nous donnent cependant un aperçu de la « nouveauté » de l'automatisme. Ici, la machine fait plus que se substituer d'une façon plus ou moins parfaite à la force musculaire et à la dextérité de l'homme; elle acquiert en quelque sorte les sens de la perception, elle est couronnée d'un « cerveau » qui, orienté par le génie créateur de l'homme, prend des décisions simples. Mais distinguons trois types d'automatisme, qui viendront préciser ces définitions.

II.—TROIS TYPES D'AUTOMATISME

La plupart des auteurs s'entendent pour fuir les définitions globales de l'automatisme, et pour distinguer trois types, ou phases, de ce processus technique: l'intégration, l'auto-contrôle et le calcul par machines électroniques.

1) L'intégration

L'intégration dont il est ici question, c'est la juxtaposition d'une série de machines qui deviennent ainsi autant de parties, d'étapes d'une énorme machine de transfert capable de recevoir la matière brute à une extrémité et de façonner un produit fini à l'autre extrémité sans qu'il soit nécessaire à la main humaine d'intervenir autrement que pour l'entretien et la surveillance. Il s'agit ici de l'accélération de processus fa-

milliers. Cette forme d'automatisation nous indique combien ce nouveau développement technologique s'insère, sans révolution, dans la technologie antérieure qui avait peu à peu, depuis des siècles, perfectionné les machines, et, surtout depuis le début de ce siècle avec Taylor et ses associés, amélioré les *méthodes* de travail. C'est d'ailleurs la thèse favorite du professeur Adam Abruzzi, du Stevens Institute of Technology, que ce qui rend l'automatisation possible, c'est la rationalisation des méthodes de production et de transmission, le *planning*, les techniques de production en série, et non pas les machines comme telles. Le professeur Georges Friedmann abonde dans ce sens quand il souligne que le passage des tâches unitaires aux tâches parcellaires, divisées en opérations souvent infimes, a donné au processus de production ce caractère de flot continu qui le rendait prêt pour l'automatisation par la juxtaposition de machines déjà existantes.

Ce premier stade de l'automatisation, constitué de mécanisation intensifiée et intégrée, fruit de dizaines d'années de progrès mécaniques, peut justifier certains de dire qu'il n'y a rien de neuf dans l'automatisation. Il ne faut pas oublier toutefois que

« Même après que l'on eut inventé des engins à puissance mécanique pour accomplir des opérations spécialisées, telles que l'étampage, le sciage, le coupage, le brochage, le perçage, le taraudage, l'aplanissage, l'aiguillage, l'affûtage, etc., le problème du transport des matières premières et le processus de leur mise en ouvrage dans la série des machines séparées restait en suspens. Le premier stade de l'automatisation est donc celui de la machine servant aux transferts: complexe de machines simples, reliées automatiquement les unes aux autres dans un grand tout par un transport mécanisé . . . »

La machine transporteuse dispose d'appareils qui indiquent l'instant où les outils de fraisage sont émoussés et celui de la chute des pièces. Lors du découpage du métal, les rognures et les copeaux . . . sont récoltés, puis éliminés automatiquement; les huiles de graissage sont filtrées et repompées pour un nouvel usage. Les réserves de matière à ouvrage sont assemblées automatiquement sur des points déterminés; elles peuvent être retirées si une pièce de la machine exige des soins . . . ² »

(2) TED F. SILVEY, « Le point d'impact de l'automatisation », *Monde du travail libre*, vol. 6, no 64, octobre 1955, pp. 26-27.

Cette forme d'automatisation est surtout affaire de génie mécanique. On l'appelle souvent « automatisation de Détroit », parce que c'est dans l'industrie de l'automobile qu'elle a connu le plus de vogue. On l'a appliquée avec succès également dans la métallurgie, pour la fabrication d'appareils électriques et électroniques, dans les salaisons, etc.

Exemples d'intégration

1. *Ford à Cleveland*: la machine, de 1,500 pieds de longueur, accomplit 500 opérations et produit 154 moteurs à l'heure avec 41 travailleurs, au lieu des 117 qui étaient nécessaires avant la juxtaposition des machines.
2. *Nash (Automotive Industries)*: la machine groupe quatorze machines, et accomplit 179 opérations; elle a réduit de plus de 80% le nombre d'heures-homme requis auparavant pour la fabrication de têtes de cylindres.
3. *Plymouth*: « Une machine automatique de plus d'un quart de mille de longueur et qui a coûté \$2,500,000 vient de réduire le coût de production de moitié et de diminuer la main-d'oeuvre requise de 25% sur les lignes d'assemblage . . . 50 des 200 employés mis à pied ont été réembauchés dans d'autres départements ». (*Le Travail*, vol. XXI, no 42, 25 novembre 1955, p. 7).
4. *Pontiac (General Motors)*: la machine peut fabriquer 2,000 pistons à l'heure; on entend accroître la production de 25%, sans augmenter la main-d'oeuvre.
5. *McKinnon Industries* (de St. Catharines, Ontario, fabrique des moteurs pour General Motors, Oshawa): 27 hommes voient aux 800 opérations nécessaires à la fabrication de chaque moteur; la machine a 1,020 pieds de longueur, et produit 70 moteurs à l'heure; les hommes, qui seront bientôt réduits à 21, voient à remplacer les pièces usées; l'inspection elle-même se fait surtout par procédés électroniques.
6. *Holmes Foundry, à Sarnia* (fabrique des moteurs pour Ford): la machine nouvelle accroît d'un coup la production de 600 à 1,000 moteurs par jour; simultanément, les travailleurs de production passent de 467 à 260.

7. L'industrie américaine de l'acier, à production égale, compte en 1955, 70,000 travailleurs de moins qu'en 1953.
8. Dans les salaisons au Canada, d'après *MacLean's* du 1er octobre 1955, p. 65, un système « automaté » enlève la peau des animaux à un rythme tel qu'à production égale, le personnel se trouve réduit de plus de 50%.
9. En juin, M. Colin Cameron, député C.C.F. de Nanaimo, a demandé une enquête du Ministère fédéral du travail sur l'automation: dans sa circonscription électorale venait de se dresser un moulin de \$17,000,000 qui avec seulement 100 hommes fabrique du papier à un rythme étonnant.
10. La Raytheon Manufacturing Company fabrique 1,000 radios par jour; selon le *Wall Street Journal*, l'automation lui a permis de réduire de 200 à 2 son personnel de production.

Les exemples qui précèdent n'ont qu'une valeur d'indication générale; ils révèlent une tendance certaine vers une production accrue et une diminution du personnel directement impliqué. Passons maintenant au second type d'automation.

2) L'auto-contrôle

Le deuxième stade ou type d'automation est le *feedback*, que nous traduisons par auto-contrôle, ou réflexe. C'est ici qu'apparaît le spécifique de l'automation, cette utilisation de la « cybernétique » — le mot a connu de la vogue depuis la parution du volume, traduit en français, du professeur Norbert Wiener du M.I.T.: *Cybernetics and Society* — qui est essentiellement transmission et contrôle d'information. La machine — que ce soit la machine individuelle ou la série de machines intégrées que nous avons décrites plus haut, et qui ne rend compte que d'une mécanisation plus avancée — se voit attribuer, grâce à l'électronique, des fonctions de communication et de correction automatique par le moyen de procédés mécaniques, pneumatiques ou hydrauliques.

Ce stade, préparé au cours de la dernière guerre mondiale surtout, permet de plus en plus l'élimination de toute intervention directe de l'homme dans la marche, l'orientation et l'alimentation de la machine et dans le contrôle de son processus. Wiener est parti de ce principe que la communication, ou transmission de l'information, peut s'effectuer

aussi bien de personne à personne ou de personne à machine que de machine à personne ou de machine à machine. Initialement, c'est l'homme qui « informe » la machine, qui lui transmet un ordre; cet ordre (ou cette information) passe dans un appareil de contrôle (*controller*); celui-ci, à son tour, met en marche et surveille d'un « oeil » critique un ou plusieurs servo-mécanismes, ou moteurs qui se substituent à la main de l'homme dans l'opération d'une machine-outil ou de toute autre machine (e.g., la machine à écrire); toutes ces étapes se situent à l'intérieur d'un système ou circuit auto-correctif.

En d'autres termes, l'homme apprend à la machine à dire « oui » ou « non », à prendre avec une parfaite constance des décisions simples à partir d'une détermination initiale. Il lui « apprend » à comparer la façon dont un travail se fait avec un standard préétabli, et puis à corriger les écarts possibles. Le génie électrique apparaît ici dans toute sa gloire. Qui dit électronique dit énergie: on crée l'électron en chauffant un fil à l'électricité, puis, au lieu de le laisser s'échapper, on le « harnache » à l'intérieur d'un tube où l'on a fait le vide (*vacuum tube*, et, plus récemment, *transistor*, plus petit et dépensant moins d'énergie). C'est par la forme du tube que l'on contrôle la direction et l'usage des électrons. Une série de tubes bien agencés permet à un instrument de se comparer au cerveau humain, de le dépasser même en rapidité et en précision.

Exemples d'auto-contrôle

1. L'exemple le plus simple, c'est le thermostat: une fois réglé à tel degré de chaleur, il commande au moteur de la fournaise de fonctionner si la température baisse « trop », puis de s'arrêter quand le degré fixé est atteint.
2. Plusieurs accessoires de cuisine — la laveuse, la sècheuse, le poêle automatiques — sont des exemples encore assez simples d'auto-contrôle. Une fois que la ménagère a donné ses « ordres » et transmis son information en réglant tel cadran et en pressant tel bouton, la machine s'exécute parfaitement, à moins d'une interruption de courant ou d'un bris mécanique.
3. L'usine d'énergie atomique serait impensable sans l'automation, le contrôle à distance. A Oak Ridge, durant la guerre, des savants américains dirigeaient la production à partir d'une

pièce de contrôle centrale reliée à des tableaux de contrôle répartis sur une bonne dizaine de milles; on y trouvait, en moyenne, vingt employés par mille.

4. L'industrie du pétrole, à flot continu, s'est progressivement « automatée » depuis environ trente ans. La raffinerie d'Imperial Oil, à Winnipeg, s'étend sur 400 acres de terrain; chaque jour, seulement 170 employés voient à la transformation en gazoline de 12,000 barils d'huile brute. Dans cette industrie, on a compté près de 50,000 mécanismes de contrôle différents. La raffinerie moyenne qui emploierait 800 hommes sans l'aide d'instruments de contrôle pourrait, avec l'automation telle qu'on l'utilise aujourd'hui, atteindre le même niveau de production avec 12 employés seulement.
5. Dans les fabriques de verre Corning, on trouve exactement quatorze souffleuses de verre géantes; chacune n'a qu'un opérateur. A elles seules, elles produisent 90% des ampoules électriques utilisées aux Etats-Unis et la plupart des lampes qui servent à la télévision. (*Newsweek*, 12 décembre 1955, p. 80)
6. La fraiseuse (*milling machine*) fabriquée au Massachusetts Institute of Technology est complètement automatique. Les spécifications du dessinateur, quelles qu'elles soient, s'inscrivent au moyen de trous ou d'indentations sur un ruban de papier. On « joue » ce ruban devant « l'interprète » électronique (*controller*); celui-ci laisse partir des impulsions électriques qui mettent en mouvement tel ou tel servo-mécanisme, qui agit ensuite sur la matière à fraiser. Le fraisage peut prendre des formes innombrables, selon la fantaisie du dessinateur. La fraiseuse peut contrôler plusieurs machines à la fois; celles-ci pourraient se trouver à des centaines de milles que cela ne poserait aucun problème: il suffit qu'elles soient reliées à la fraiseuse et au ruban par un fil électrique.
7. Durant la guerre, les servo-mécanismes ont beaucoup aidé à l'efficacité des batteries anti-aériennes. Dans une fraction de seconde, ils permettaient aux artilleurs de reconnaître les avions ennemis, de pointer et de tirer juste, ou de corriger leur tir en conséquence.
8. La Division Convair de General Dynamics Corporation a reçu, le 27 mars 1955, un octroi de \$1,128,000 du gouvernement amé-

ricain pour se bâtir une fraiseuse de type M.I.T. qui servira à la fabrication de pièces d'avion.

9. L'« Autofab » de General Mills assemble en une minute des pièces d'électronique qu'une travailleuse prenait une journée à assembler.
10. L'auto-contrôle s'impose pour la manipulation de nombreux produits chimiques comme la cellophane, les matières plastiques, et a révolutionné les cimenteries, les fabriques de liqueurs douces, l'industrie de la pulpe et du papier, celle de l'acier, de l'électricité, de la téléphonie et de la télégraphie.

3) Le calcul par machines électroniques

Cette troisième forme d'automation que l'on trouve dans les machines à calculer électroniques a des liens assez étroits avec la forme d'auto-contrôle.

La première de ces machines date de huit ans à peine. Elle est capable de « penser », de faire des options, d'enregistrer, de contrôler et de mémoriser des chiffres et des faits, et, sur cette base, d'effectuer des opérations mathématiques parfois extrêmement complexes. Un ruban poinçonné ou imprégné d'impulsions magnétiques se substitue à l'homme-calculateur. Le calculateur électronique numéral permet d'accélérer le triage des renseignements comptables, et sert efficacement pour les inventaires, l'analyse des ventes, les recherches sur les marchés, les travaux des actuaires, et ainsi de suite. Grâce à ces machines à calculer, l'automation va soumettre à ses lois, non plus seulement le travail de production en série, mais plus vite encore le travail de bureau.

Exemples de calcul par machines électroniques

1. Le *téléphone à cadran* est un calculateur électronique digital; son rayon d'action est en passe de devenir national, et même international; en certaines villes des Etats-Unis, on peut loger des appels interurbains exactement comme s'il s'agissait d'appels intra-urbains. Une fois l'appel complété, la machine enregistrera la date, l'heure, le numéro appelant et appelé, les minutes de conversation, le taux, le coût de l'appel, sur une facture qui sera vite expédiée au client.

2. La National Cash Register Corporation a fabriqué une machine qui permet au commis de magasin, par exemple, à l'occasion de la vente de chaque article, d'« avertir » le calculateur que les stocks baissent dans tel ou tel domaine; celui-ci, en retour, prend note de ce qui reste en stock et fait signe au gérant quand croît le danger de pénurie.
3. Les mères canadiennes reçoivent, chaque mois, des chèques d'allocations familiales préparés par des machines à calculer électroniques.
4. La machine IBM 701, disent ses vendeurs, prend deux heures pour effectuer 72,000,000 d'opérations qui exigeraient 800 ans d'un travail acharné par un homme ! Cette même machine peut faire 16,000 additions et soustractions à la seconde.
5. La compagnie d'aviation American Airlines, à New York, a relié tous ses bureaux de la région métropolitaine par un « Magne-tronic Reservoir »; si un voyageur désire réserver une place dans tel avion de telle ligne à une heure donnée de tel jour, l'employé d'un de ces bureaux n'a qu'à « interroger » la machine; celle-ci dira en quelques secondes si le voyage est possible dans les conditions souhaitées; dans le cas contraire, il proposera des alternatives; l'affaire une fois bâclée, l'employé en avertira la machine, dont les données se modifieront en conséquence.
6. General Electric utilise l'« Univac » pour préparer la liste de paye de ses 12,000 employés à Louisville, Kentucky. En moins de six heures, tout est fait: salaire de base, bonus, déductions d'impôt et d'assurance-santé, sur-temps. Les totaux par départements sont calculés. Les 12,000 chèques s'impriment et finalement toutes les données se logent dans le registre de la liste de paie que garde la compagnie.
7. La Prudential Life Insurance Company se sert d'une machine du même genre pour effectuer ses calculs actuariels, pour calculer et recueillir ses primes, pour établir les commissions de ses agents, pour calculer les dividendes.
8. La Commonwealth Edison de Chicago envoie ses comptes à 1,800,000 usagers grâce à une machine à calculer électronique dont le travail est guidé par 270 employés; en deux jours tout

est fait. Il y a quelques mois, il fallait toute une semaine à environ 500 employés pour faire le même travail. (*Newsweek*, 12 décembre 1955, p. 82).

9. Il y a trois semaines (début de décembre), le New Haven Railroad, aux Etats-Unis, a fait la démonstration d'un wagon à passagers possédant son propre pouvoir et qui, sans équipage, freinait et modérait, le tout par contrôle à distance.

CONCLUSION

Où tout cela mène-t-il l'humanité ? Dans combien de temps l'automatisme, à ses divers stades, sera-t-elle une réalité généralement observée aux Etats-Unis, en Angleterre, en France, et puis au Canada ? A quel rythme « doit »-elle s'effectuer ? Quelles en seront les conséquences économique-sociales ? Voilà autant de questions qu'il faudra bientôt se poser en face de cette phase partiellement nouvelle de l'évolution technologique qu'est l'automatisme. Avant d'y répondre avec réalisme, il importe d'avoir une idée précise du contenu technique de ce processus. Nous espérons que cet article, en dépit de ses lacunes évidentes, aidera quelque peu en ce sens.

SUMMARY

TECHNICAL ASPECTS OF AUTOMATION

New words are often a good way to prepare a hearty fight about issues. "Automation", as a word, is eight years old. As a fact, some say it is just another phase of good old technological progress, and manage to trace its origins centuries away. Others maintain that "automation" is the second, or even the third "Industrial Revolution", that some of its characteristics are so dramatic as to leave man gasping for breath. On the one side, automation has been prepared by decades of research experimentation, and will not be in full swing before other decades; so, better let things take care of themselves, or even accelerate the process, since only good things for mankind can come out of technological "progress". On the other side, there is a solid regard for the marvels of technology, and, it seems, a genuine belief in the overall goodness of its long-run effects: more job opportunities, better products at lower prices for more people, and so on; but, as is quickly pointed out, "in the long run we are all dead", and no one has ever dared tell how "short" are the "short-run" effects, social, economic, psychological, and so on, of a given phase of the technological evolution.

But before the fight gains in heat and size, it may be useful to have a quick look at what the fight is about, namely, the technical aspects of "automation" as it stands today.

AUTOMATION DEFINED

1. "The use of mechanical and electronic devices, rather than human workers, to regulate and control the operation of machines." (C.I.O. publications)

2. "The automatic handling of parts between progressive production process."
(Management spokesmen)
3. "The accomplishment of a work task by an integrated, power-driven mechanism entirely without the direct application of human energy, skill, intelligence, or control."
(Professor H. W. Wilson, Rensselaer Polytechnic Institute)
4. "A continuous and integrated operation of a production system using electronic equipment to perform routine functions and regulate and coordinate the flow and quality of production."
(Professor W. S. Buckingham, Jr., Georgia Institute of Technology)

Automation thus covers the increasing use, in both factories and offices, of various types of labor-saving equipment having virtually continuous, and, in some instances, self-regulating operation.

THREE TYPES OF AUTOMATION

According to Professors Shultz and Baldwin,¹ three fundamental developments are the main ingredients of automation; the quotes in this section will refer to their text, unless otherwise mentioned.

- 1) *Integration*: "The linking together of conventionally separate manufacturing operations into lines of continuous production through which the product moves 'untouched by human hands'."
This form of automation has been applied in metal working, electrical and electronic apparatus making, meat packing, but most spectacularly in the automobile industry, where it is called "Detroit automation". Ford, Chrysler, General Motors, the makers of Nash, and so on, use it. As an illustration, the following excerpt²:

McKinnon Industries, of St. Catharines, Ont., moved this year into the forefront of automation with a new assembly line to turn out V-8 engines for General Motors of Canada in Oshawa. All of the basic work on the engine blocks — more than eight hundred separate operations — is accomplished with only twenty-seven men. In a few months, when further automatic controls are installed, the number will be cut to twenty-one. These few workers are spread out along one thousand and twenty feet of massive and complex machinery... Much of the human work consists merely of replacing tool bits when the machines signal they are wearing out. Most of the inspection, too, is purely electronic.

- 2) *Feedback*: "The use of 'feed-back' control devices or servomechanisms which allow individual operations to be performed without any necessity for human control. With feed-back, there is always some built-in automatic device for comparing the way in which work is actually being done with the way in which it is supposed to be done and then making automatically any adjustments in the work-process that may be necessary."
The simplest illustration of feedback is the thermostat; we also find it in simple form in automatic washers, dryers, stoves. Without it, the atomic industry would be unthinkable, and so with some chemicals. With it, strictly continuous-flow industries like the petroleum industry have been able to increase productivity enormously during the last thirty years. "In Corning Glass plants scattered from England to Kentucky, there stand fourteen giant glass-blowing machines. While there are only fourteen of them, and each is operated by but a single worker, the machines, in effect,

(1) GEORGE P. SHULTZ and GEORGE B. BALDWIN. *Automation: A New Dimension to Old Problems*. Washington, D.C.: Public Affairs Press, 1955, p. 3.

(2) NORMAN DEPOE. "Will a Machine Ever Take Your Job?", *MacLean's Magazine*, October 1, 1955, p. 62.

form an entire industry. From them each year flow 90% of the glass light bulbs used in the U.S., plus all the glass tubes used in the nation's radio and TV sets (picture tubes excepted)..."³

- 3) *Electronic computing*: "The development of general and special purpose computing machines capable of recording and storing information (usually in the form of numbers) and of performing both simple and complex mathematical operations on such information. The first of these machines is hardly eight years old. Such computers can "think", make routine decisions in a uniform way, work out extremely complex problems and calculations in a matter of seconds. "The bigger computers can solve mathematical problems that are literally beyond human capacity. One such, in atomic physics, was handled recently by IBM. It, and others like it, involve 72,000,000 separate operations. A man working with pencil and paper might finish one in about 800 years... General Electric uses a giant Univac calculator to make up the weekly payroll for the 12,000 employees in its plant at Louisville, Ky. The brain does the entire job. It adds bonuses earned, makes income and medical-plan deductions, figures overtime — all the things a payroll clerk has to do to a pay cheque in mid-twentieth century. It distributes all totals among the cost accounts of the company's various departments. Then it writes out a cheque for everyone concerned, prints a payroll register, and reports ready for the next job. The whole complex process takes less than six hours... The Prudential Life Insurance Company has a computer that will bill policy holders for premiums, figure agents' commissions, calculate dividends, and work out all the statistics on which premium rates are based. Officials estimate that the brain will take over the work of two hundred human employees in one department alone."⁴

Where is all this leading mankind, what will be the impact of automation on our society and our economy, what are its natural brakes and what others "should" be added to control its growth, what will management, the unions, and government do about it, these, with dozens of others, are all valid questions. Good answers can be provided only on the basis of a precise knowledge of the technical aspects of automation as it now stands.

(3) *Newsweek*, Vol. XLVI, No. 24, December 12, 1955, pp. 80-82.

(4) NORMAN DEPOE, *op. cit.*, p. 64.