

## La mécanisation et l'emploi

Earl F. Beach

Volume 47, numéro 2, juillet–septembre 1971

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1003912ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1003912ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (imprimé)

1710-3991 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Beach, E. F. (1971). La mécanisation et l'emploi. *L'Actualité économique*, 47(2), 225–249. <https://doi.org/10.7202/1003912ar>

# La mécanisation et l'emploi

On a beaucoup parlé des effets que la mécanisation dans son sens général, et en particulier l'automatisation, produit sur l'emploi, mais ces discussions n'ont pas abouti à des conclusions satisfaisantes<sup>1</sup>. Nous voulons, dans cet article, proposer une nouvelle approche pour l'analyse de ses effets à court terme.

Longtemps les économistes ont cru que la mécanisation diminuait, à court terme, la demande de main-d'œuvre mais que, à long terme, celle-ci en retirait des avantages nets. C'est sur ce dernier aspect de la question qu'a porté le débat au cours des dernières 150 années. Cette polémique de compensation (*Compensation Controversy*), telle que l'a appelée Marx, a été déclarée close par Schumpeter<sup>2</sup> vers les années 1930.

Le terme de mécanisation, tel qu'utilisé ici, signifie un ensemble complexe de changements intervenant dans un processus de production (y compris une modification du produit) et dans lequel il y a une substitution du capital à la main-d'œuvre directe. Il en résulte donc, dans un processus de production donné, un accroissement du capital réel existant et, à moins que la production n'augmente suffisamment pour absorber l'excédent de main-d'œuvre directe, une diminution de celle-ci ; toutefois, dans toute situation donnée il peut y avoir ou ne pas y avoir augmentation de production. Le nouvel

---

1. Il est résulté de cette faiblesse de la théorie un large éventail d'opinions concernant les effets d'emploi. Nous lisons dans [79], par exemple : « ... the necessity of facing squarely up to the fact that to-day machines are not creating as many jobs as they are replacing — for the evidence is to the contrary as far as the present is concerned... » De même, dans [10] : « ... automation does not create unemployment. The number of jobless men is not greater than it would have been if no automation had occurred... » Voir aussi [52] p. 61, [53] chapitre 2, [54], [71] et [77]. (Le lecteur voudra bien noter que les nombres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.)

2. [70] p. 684.

outillage amène généralement un changement de technologie. Dans le processus de production concerné, il y a un changement de technologie, qu'il s'agisse d'une invention nouvelle ou d'une simple adaptation d'une technique déjà utilisée.

Il s'agit donc, ici, de l'étude d'un ensemble de relations dont on conçoit généralement qu'il existe lorsque la mécanisation survient. Les économistes ont pris l'habitude d'isoler certains des éléments de cet ensemble. Nous voulons étudier le processus comme un tout conformément à la compréhension qu'a le public du phénomène.

Le débat concernant les effets d'emploi se concentre sur les effets « nets » et il résulte en partie du manque de distinction entre les éléments à court terme et les éléments à long terme. On utilise des outils d'analyse faits pour des études à long terme et on en tire des conclusions pour le court terme<sup>3</sup>. Une discussion des modèles de croissance néoclassiques va démontrer cet avancé.

Ces modèles de croissance comportent habituellement une fonction de production agrégée dans laquelle la production est fonction du travail, du capital et du temps<sup>4</sup>. Les facteurs sont conçus pour varier indépendamment les uns des autres et les dérivées partielles jouent un rôle important dans l'analyse. À court terme, toutefois, le

3. On ne peut guère douter que Fellner, [21] et [22], et Samuelson [67] aient tous deux le sentiment que leurs découvertes s'appliquent au monde réel et sans qu'il faille attendre très longtemps. « In the real world these assumptions are violated in such respects and to such an extent as to render the analytical results misleading », [22] p. 2. Ceci est sûrement vrai pour les effets d'emploi à court terme et probablement vrai aussi pour les autres. Il est très intéressant de constater que Fellner renvoie la question du chômage technologique et du sous-emploi (p. 26) à un appendice intitulé « Unrecorded costs of Technological Progress », avec le commentaire suivant : « This is a doubtful item in the present context because it raises the question of the limitations of full-employment policies given alternative rates of technological progress. In some countries with a high rate of progress unemployment is exceedingly low. »

Il n'hésite pas, dans son article, à s'attaquer à des problèmes très compliqués. Pourquoi devrait-il mettre celui-ci de côté ? Ce problème serait considéré comme un élément très important par « l'homme de la rue ». Par exemple, voir [79].

Le rapport de la United States National Commission on Technology est approprié. La création de cette commission a été motivée principalement par les craintes concernant le chômage technologique et cependant le cadre de travail étroit qui a été conçu pour l'étude de ce problème a eu comme résultat qu'aucune tentative n'a été faite pour étudier la question des investissements, question qui est fortement reliée aux changements technologiques. La définition commode (« convenient definition ») que Fellner donne à la page 2 fait partie d'une approche analytique à ces problèmes qui a déformé la pensée dans ce domaine.

4. Voir, par exemple, [3], [21], [22] et [67] ainsi que les observations appropriées, à la page 9 de [26] : « The economics of production, its elementary nature notwithstanding, is not a domain where one runs no risk of committing some respectable errors. In fact, the history of every science, including that of economics, teaches us that the elementary is the hotbed of the errors that count most. »

capital est un facteur différent des autres. Son accroissement, en termes réels, entraîne une utilisation accrue du facteur travail. En général, les variables ne sont pas indépendantes et les dérivées partielles ont très peu de signification. Il en est ainsi des concepts bâtis sur ces dérivées partielles, y compris l'élasticité de substitution et certains des concepts de biais<sup>5</sup> dans les changements technologiques. Tout cet appareil ne convient nullement à une discussion concernant les effets à court terme de la mécanisation sur l'emploi.

Il apparaît clairement qu'une telle discussion nécessite une approche totalement différente. Nous allons d'abord énumérer un certain nombre de faits courants (*facts of life*) en général ignorés dans les discussions. Puis, nous examinerons les principaux facteurs de transformation des processus de production en faisant suivre cet examen d'un exemple chiffré. Ensuite, nous proposerons une analyse plus formelle appuyée de quelques données. Nous concluons en disant que la pensée courante est, dans une grande mesure, dans l'erreur.

Nous trouvons que, d'une façon générale, la mécanisation augmente l'emploi à court terme à cause de la somme des investissements requis par rapport au déplacement de main-d'œuvre. Vue sous cet angle, l'automatisation n'est autre qu'une forme de mécanisation et la proportion des changements technologiques qui requièrent des investissements importants est si élevée que la règle s'y applique d'une façon très générale.

Il est clair que certains emplois disparaissent et que d'autres sont créés ; il se produit une redistribution du travail dans le temps et entre les industries. Il nous apparaît que la création d'emplois est si importante que le processus de mécanisation tel qu'il s'est développé dans la plupart des pays économiquement développés dans les années récentes fournit plus de nouveaux emplois qu'il n'en détruit, même à court terme.

Il est utile de distinguer entre les grandes et les petites transformations technologiques. Lorsqu'on présente des modèles annuellement, comme dans le cas des automobiles, il existe relativement peu

5. La mesure que fait Harrod du biais est aussi impropre puisqu'elle repose sur son coefficient de capital, soit le rapport capital/production. Voir [29] p. 26 et [3] pp. 56-57.

de changements d'un modèle à l'autre, à cause des exigences des acheteurs. La succession de changements mineurs permet à la société de s'y habituer facilement et, malgré tout, après un certain nombre d'années les modifications peuvent être assez importantes. On peut s'en rendre compte lorsqu'on recommence à conduire une automobile après avoir cessé pendant quelques années. Il en est généralement ainsi dans le cas de l'outillage de bureau où néanmoins les changements sont plus grands à cause des appareils électroniques et des appareils de reproduction.

Ce sont les grands bonds technologiques qui sont le plus susceptibles de produire des déplacements brusques et importants de main-d'œuvre, avec les difficultés et le découragement que ces déplacements entraînent. Des changements fréquents et relativement peu importants sont noyés (heureusement) dans une foule d'autres événements. Dans cet article, nous allons centrer notre attention sur les changements importants avec l'espoir de débrouiller quelques-unes des relations significatives qui existent assez généralement dans l'économie.

### I. *Quelques réalités de la vie*

Certaines réalités de la vie économique, quoique bien évidentes, ont besoin d'être soulignées. La plus importante de ces réalités consiste dans le fait que les changements substantiels de technologie exigent presque toujours des investissements additionnels<sup>6</sup>. Le défaut de prendre ce fait en considération dans une grande partie de la littérature économique est très grave. On peut expliquer cela de plusieurs manières.

Certains auteurs se désintéressent simplement de l'aspect investissement des changements technologiques. Ces auteurs ont tendance à se recruter parmi les socio-économistes qui s'inquiètent ouvertement du chômage technologique<sup>7</sup>.

D'une façon générale, les économistes ont été portés à développer une division du travail et les discussions portant sur l'aspect investissement des changements technologiques se sont faites en marge de celles qui portent sur les effets de ces changements<sup>8</sup>. Certains éco-

6. Voir [36], [37], [51], [66] p. 232, [77] et, à l'opposé, [61] pp. 170 et 171.

7. Voir [71] et [75].

8. Voir page 229.

nomistes sont eux mêmes tellement spécialisés qu'ils ne voient pas le problème dans son entier <sup>9</sup>.

Ces tendances se sont aggravées à cause de l'habitude qu'ont les économistes-analystes de vouloir séparer les aspects investissement et productivité. Cette distinction peut être utilisée pour l'analyse, mais lorsqu'elle affecte les comportements au point d'empêcher une synthèse convenable des effets globaux d'emploi <sup>10</sup> tels qu'on les comprend généralement, ça devient de l'incompétence. Il en est résulté une sorte d'aveuglement dans ce domaine, avec des résultats assez malheureux <sup>11</sup>.

On peut concevoir des améliorations dans les méthodes de production, améliorations qui entraîneraient très peu de nouvel outillage et même qui permettraient de se passer de certaines machines. Toutefois, il est probable qu'il y aurait de l'investissement constitué par l'embauche de quelqu'un pour revoir la situation et proposer des changements <sup>12</sup>, et de quelqu'un pour superviser leur implantation. Ces personnes peuvent en réalité être sur la liste de paye de l'entreprise <sup>13</sup>.

8. [19], [53], [8] p. 2 et [20]. [52] p. 61 et [23] p. 128 sont des exceptions. [61] donne une caricature de la situation, pp. 171 et 172.

9. Les spécialistes de l'économie du travail sont les plus grands coupables. Le lecteur trouvera un intéressant tour d'horizon des manuels dans [7]. Il arrive que des éditions subséquentes s'améliorent, telles que [24] et [25]. Voir aussi [31], [32], [43], [44] et [63].

10. Robert Solow, l'analyste de [73] et [74] est loin d'être le spécialiste réfléchi de la synthèse en tant que membre de la National Commission on Technology. Voir la note 3.

11. Cette séparation a eu aussi des effets malheureux sur la théorie de l'investissement. Lorsque l'investissement est fait dans un outillage dont la mise en marche a pour effet de faire perdre des emplois, le multiplicateur est brusquement réduit par les effets de multiplicateur négatifs de ceux qui perdent leur salaire. À ce moment, le multiplicateur total pourrait devenir négatif, produisant une sorte d'effet z alors qu'il se dirige vers la ligne de fond. La mécanisation n'est pas la seule, cependant, à provoquer cette détérioration brusque des multiplicateurs. L'arrivée d'un nouveau produit va s'accompagner d'investissements qui auront des effets de multiplicateur jusqu'à ce que ce produit soit mis sur le marché. Toutefois, lorsqu'il commencera à gruger le marché d'autres produits des effets de multiplicateur négatifs se produiront qui auront tendance à contrecarrer les forces originales à peu près de la même façon que pour la mécanisation. Il se peut bien que des multiplicateurs tronqués soient une caractéristique très générale de l'économie, ce qui aiderait à expliquer pourquoi l'économie n'éclate pas avec une telle quantité de multiplicateurs. Si rien ne les arrêtaient ils donneraient, dans l'ensemble, une impulsion formidable à l'économie. Bien que chacun d'eux puisse finir en queue de poisson, il y en a toujours d'autres en cours de route.

12. Certains ont quelquefois émis l'idée que les changements importants dans l'outillage agricole venaient des agriculteurs qui l'utilisaient.

13. Les dépenses de ce genre sont ordinairement enregistrées comme frais d'exploitation, à l'exception des entreprises réglementées pour qui il est préférable de les capitaliser, étant donné que le taux de rendement alloué est calculé sur le capital

On peut aussi concevoir des inventions qui conduiraient à une épargne à la fois de capital et de main-d'œuvre<sup>14</sup>, et même à une utilisation plus intensive de main-d'œuvre directe et moins intensive de capital. Toutefois, les statistiques<sup>15</sup> montrent un gain constant et important du montant du capital sur la main-d'œuvre dans l'industrie, et c'est en fait cette situation qui a été la cause de tant de compassion à Washington<sup>16</sup>.

Entendons-nous donc pour dire que dans une situation typique de changements technologiques de grande importance, ceux-ci entraîneront de nouveaux investissements en assez grande quantité. Ceci nous amène à la deuxième réalité de la vie que l'on mentionne rarement dans la littérature. Il s'agit du fait que l'on doit produire le capital réel avant qu'il ne soit mis en opération et qu'il ne se substitue à la main-d'œuvre<sup>17</sup>. Les effets du multiplicateur résultant des dépenses d'investissement sont une conséquence très importante de cette priorité dans le temps.

Il est nécessaire d'approfondir un peu plus cette question de priorité. Dans une étude du profil chronologique des investissements<sup>18</sup> on a utilisé les dates de paiement, par le manufacturier, des immeubles et de l'outillage. Ceci convient pour mesurer les coûts d'investissement de ce manufacturier, mais il ne devrait y avoir aucun doute à l'effet que la circulation de la monnaie se rapportant à la production de ce capital physique a débuté bien avant que le manufacturier ne l'ait payé. La signature des contrats constitue une garantie appropriée pour les prêts bancaires et autres modes de financement, lesquels viennent grossir plutôt rapidement la masse des salaires versés.

---

investi. Une étude des dépenses de capital enregistrées par la plupart des entreprises démontrerait l'existence d'un montant très important d'investissement déguisé qui pourrait à la longue rivaliser en grandeur avec les montants mis en lumière par R.J. Gordon [28]. La prise en compte de ces sommes pourrait aider à expliquer en partie la croissance lente du capital qui a donné lieu à des discussions. Ceux qui hésitent à admettre la capitalisation de ces dépenses peuvent réfléchir sur le problème qui se pose lorsqu'une entreprise effectue sa propre recherche et achète l'outillage approprié, et qu'une autre laisse à l'entreprise vendeuse le soin de faire la recherche et le développement, le coût étant compris dans celui de l'outillage. Voir aussi [1] pp. 12-14, [11] et [64] pp. 92-92.

14. Le lecteur en trouvera un exemple dans [49].

15. Par exemple, [14] et [62].

16. Par exemple, [56] p. 321 et [60] chapitre 2.

17. Voir [16] p. 91 : « ... income and capacity should increase at the same rate ».

Voir aussi [3] pp. 63-64.

18. [42].

Il faudrait aussi étudier la nature des dépenses d'investissement. Il existe habituellement certains investissements internes, c'est-à-dire des personnes figurant sur la liste de paye de l'entreprise et qui préparent les projets, que ce soient des personnes spécialisées engagées à cette fin ou le président lui-même. Les investissements externes ne prennent que partiellement la forme d'outillage ; assez souvent il existe des investissements importants en construction d'immeubles. Donc, ceux qui recherchent l'augmentation des emplois uniquement dans les industries de l'outillage ne vont pas assez loin dans leurs recherches<sup>19</sup>. Il faut aussi considérer les transports, les équipements, les programmes de formation, etc.

Il faudrait enfin reconnaître le fait que le processus de mécanisation n'est pas seulement une substitution du capital à la main-d'œuvre, mais aussi une substitution de la main-d'œuvre indirecte à la main-d'œuvre directe<sup>20</sup>. Ceci implique que la formation du capital réel requiert de la main-d'œuvre dans la phase de transition. Il arrive souvent que cette période de transition est laissée de côté<sup>21</sup> et « *the static method misapplied* »<sup>22</sup>. Ceci laisse croire que le capital et le

19. Par exemple, Stanley Lebergott [47] et Charles Killingsworth [40].

20. W. Allen Wallis [77] écrit à la page 111 : « In short, the problem of general unemployment from automation is a non-existent will-o'-the-wisp problem ». Il croit que ceci ne produit qu'une réallocation de l'emploi dans le temps, mais il n'en dégage pas les conséquences.

21. Arthur M. Ross [62] écrit à la page 13 : « As more intensive study is made of technology's impact, what has already been learned should not be forgotten. We have learned that almost every technological change is labor-saving in the sense of reducing labor requirements per unit (including the labor required to make the equipment). If this were not true, the additional investment would ordinarily not be economical. We have learned that many workers are displaced or disemployed because of technological change ; and, regardless of what the long-run outcome may be, their short-run deprivations are very real. Economic history is replete with piteous cases of workers left stranded because their craft was eliminated, their company went out of business, or their industry declined. » Voir aussi [63], [54] p. 58 et [32] p. 121. À cet égard, l'examen de [59] et de ses analyses critiques est intéressant. Une de ces analyses [39] se différencie des autres. On peut lire, à la page 275 : « It is indeed strange that Professor Pigou should have supposed that he could furnish a theory of unemployment which involves no reference at all to changes in the rate of investment... due, not to a change in the supply function of labour, but to changes in (eg.) either the rate of interest or the state of confidence. » L'approche utilisée dans [32] a eu de profonds effets sur une génération d'économistes qui ont utilisé ce petit volume comme une bible. Les remarques cinglantes de Shove ([72] p. 469) sont restées dans l'oubli en partie parce qu'il n'a présenté aucune théorie alternative. Même l'édition de 1963 n'est pas d'un grand secours. À l'opposé, Joan Robinson [61] fait montre de beaucoup plus d'intelligence, mais la présentation qu'elle a adoptée l'a mise hors de portée de plusieurs étudiants. Voir [48], p. 693.

22. J.R. Hicks [32] p. 35. Il est toujours douteux d'adapter des fonctions de production statiques à des données réelles (dynamiques). Murray Brown [8] en donne un exemple particulièrement intéressant. On peut lui pardonner de ne s'être

travail sont des facteurs de production indépendants<sup>23</sup>. Cette négligence à prendre en compte les éléments de transition est la question clé que nous allons approfondir dans cet article.

En raison de ces réalités de la vie, il n'est pas nécessaire d'établir avec soin la différence entre l'automatisation et la mécanisation. Elle peut être importante du point de vue scientifique, mais non pas du point de vue de l'économie des inputs et des outputs tel que discuté auparavant.

Plusieurs personnes pensent que l'automatisation est un stade du processus de développement et qu'il viendra un moment où l'économie sera automatisée<sup>24</sup>. Il existe bien sûr des périodes pendant lesquelles les changements technologiques sont moins nombreux et ceci peut susciter des craintes<sup>25</sup>, mais en général le processus est intimement relié aux découvertes scientifiques dont l'accroissement continu suit une tendance géométrique<sup>26</sup>. C'est l'accélération de cette tendance qui a été le foyer des craintes récentes<sup>27</sup>.

## II. Un exemple

Un exemple chiffré peut aider à faire ressortir les éléments les plus importants. Soit une économie stationnaire comptant un million

pas rendu compte que l'output dynamique contient diverses quantités d'investissement net, mais lorsqu'il termine sa deuxième époque au milieu d'une sérieuse dépression et qu'il identifie alors la chute de l'input de main-d'œuvre à un changement technologique qui économise de la main-d'œuvre (pp. 175-179), nous devons protester.

23. Lief Johansen [35] propose des hypothèses plus réalistes pour les modèles de croissance.

24. Kenneth R. Lavery [46] croit que vers l'an 2000 l'automatisation sera chose faite dans la plupart des pays fortement industrialisés. A. Kruger [44] p. 1, a apparemment le sentiment que nous devons nous préparer à faire face à une importance accrue du loisir.

25. Sir Leon Bagrit [4] affirme ce qui suit (p. 106) : « My fears are not for tomorrow, but for the day after. »

26. La position prise par Kenneth J. Arrow sur ce sujet semble un peu étrange. Il écrit ([2] p. 34) ce qui suit : « There is a limit to what can be learned even with infinitely many opportunities. Actually, with respect to the very long run, such a conclusion seems very reasonable. You cannot get something for nothing, ever, and it seems unreasonable to suppose that, by waiting a sufficient length of time, you can get any given output for arbitrarily small input. Eternal exponential technological growth is just as unreasonable as eternal exponential population growth ». Ceci a du sens mais il s'agit de la production d'un bien en particulier, mais s'il s'agit de la production globale de l'économie, y inclus les nouveaux produits et les connaissances en général, ce n'est pas souvent que quelqu'un a quelque chose pour rien. Il devient de plus en plus évident que les restrictions concernant l'accroissement des connaissances scientifiques diffèrent grandement de celles qui se rapportent à la croissance de la population.

27. [79]. Le fait que certains craignent une accélération et d'autres un ralentissement est en soi une preuve suffisante de l'existence d'un écart dans la compréhension du phénomène. Voir aussi [24] et [83].

de travailleurs gagnant chacun un dollar l'heure et dont 10 p.c. travaillent à la production de biens de capital, que l'on peut appeler l'outillage, les autres travaillant à la production de biens de consommation. On peut supposer que l'outillage usé est remplacé avec une régularité qui est peu commune dans un monde réel, mais utile dans l'optique d'une économie stationnaire. Toute machine qui est fabriquée ne fait qu'en remplacer une autre identique qui est devenue désuète. On peut considérer, dans un sens philosophique, que sa fabrication conduit à une substitution aux travailleurs comme ce fut le cas lorsque la première machine de ce type est apparue plusieurs années auparavant. Cependant, comme il est peu vraisemblable que le processus de production ne revienne jamais aux conditions initiales, une telle considération a peu de signification pour la théorie économique. Il est plus utile de poser qu'il n'y aura pas de perte d'emplois tant que le processus de production sera stationnaire, qu'une telle perte d'emplois ne peut venir que d'une modification du processus de production (ou d'une substitution de biens) ce qui implique une certaine dynamique du changement, en particulier l'arrivée d'une autre machine qui occasionne une surabondance de travailleurs par rapport au processus de production antérieur. Lorsque ce nouveau processus aboutit à une situation stationnaire, la fabrication d'une nouvelle machine en remplacement d'une autre semblable ne produit plus de substitution d'un facteur à l'autre. Le concept de substitution repose sur une comparaison de deux situations stationnaires<sup>28</sup>.

Si nous voulons rompre un processus stationnaire afin d'introduire un changement, nous faisons face au problème de Schumpeter<sup>29</sup> qui se demandait comment procéder. Supposons que le développement des institutions financières est suffisant pour absorber le changement (nous voulons centrer notre attention sur l'aspect « réel » du changement). La fabrication d'un type de machine nouveau et plus cher va nécessiter un déplacement des travailleurs de leurs occupations habituelles et il faudra ensuite suivre les répercussions de ce changement.

28. J. Schmookler [68] écrit à la page 2 : « When an enterprise produces a good or service or uses a method or input that is new to it, it makes a technical change. »

29. J.A. Schumpeter [69] a voulu partir d'une situation d'équilibre. Toutefois, la dynamique signifie davantage que le passage d'un point d'équilibre stationnaire à un autre. Voir R. Dorfman [17].

## L'ACTUALITÉ ÉCONOMIQUE

Il est plus facile de proposer une économie quasi stationnaire dans laquelle il existe un groupe de chômeurs maintenus dans cette situation par une rigidité des institutions<sup>30</sup>. Répartissons la main-d'œuvre ainsi :

	en 1000
Nombre d'employés dans la fabrication des biens de consommation .....	850
Nombre d'employés dans la fabrication des biens de production .....	100
Nombre de chômeurs .....	50
<b>Total</b> .....	<b>1,000</b>

Le point de départ du changement dynamique peut maintenant être constitué par l'embauchage de quelques-uns de ces chômeurs pour aider à la fabrication de la nouvelle machine. Le terme aider veut dire que la nouvelle machine va en remplacer en partie une autre et que les travailleurs à l'usinage permanents feront aussi leur part. L'utilisation de ces anciens chômeurs démontre qu'il y aura un investissement supplémentaire produit par la fabrication de la machine, celle-ci étant plus grosse.

Supposons que cet investissement additionnel est de 800,000 dollars dont un quart, soit 200,000 dollars, sert à payer les salaires de 100 nouveaux employés pour une année (un dollar l'heure pour 2,000 heures de travail par employé par année). Ces dépenses en salaires ainsi que les autres dépenses (c'est-à-dire les 600,000 dollars qui restent) auront des effets de multiplicateur. Cependant, nous laisserons de côté pour le moment cet aspect de la question.

Supposons qu'à la fin de l'année le nouvel outillage est en opération et qu'il provoque le déplacement de 160 hommes<sup>31</sup>. Ce nombre correspond à un taux de rendement brut annuel de 40 p.c. occasionné entièrement par une économie de coûts de main-d'œuvre directe. Cet investissement additionnel produirait donc un rendement brut annuel de 320,000 dollars représentant la perte en salaires versés à ce groupe de personnes, subie par l'ensemble de l'économie.

30. Il pourrait aussi y avoir, au voisinage, une économie agricole disposant d'une main-d'œuvre abondante et utilisable ([61], p. 73). Il est important de ne pas supposer, au départ, l'existence du plein emploi puisque ceci laisserait supposer que le problème qui nous intéresse est lointain.

31. Les 160 travailleurs sont devenus chômeurs à la suite des modifications des méthodes de production inhérentes à l'arrivée de la nouvelle machine.

On peut donc dire que 100 hommes-année de main-d'œuvre directe (sans multiplicateur) se traduit par une perte venant de cette chaîne de production de 160 hommes-année de main-d'œuvre directe pour chaque année subséquente. Cependant, le remplacement, disons tous les 5 ans, de la nouvelle machine va ajouter en moyenne 20 nouveaux travailleurs à l'usinage pour chaque année subséquente, laissant une perte nette de 140 emplois.

Nous n'avons pas cherché à utiliser, ici, des nombres exacts, mais leur ordre de grandeur est important <sup>32</sup>. Nous discuterons plus loin de variantes possibles. Voyons pour le moment les éléments significatifs. Le déplacement brutal de 160 travailleurs est un événement d'une grande importance et, comme on s'y attendait, c'est beaucoup plus que les 20 travailleurs venus s'ajouter à la main-d'œuvre indirecte. Cette seule comparaison, utilisant toutefois la statique comparative <sup>33</sup>, laisse de côté les éléments dynamiques et en particulier la main-d'œuvre supplémentaire qu'a nécessitée, à l'origine, la fabrication de la machine. On peut constater maintenant que ce nombre est très important par rapport à la quantité de main-d'œuvre déplacée : le nombre 100 représente environ 71 p.c. de la perte nette de 140 emplois et 62 p.c. de la perte brute. De plus, le montant de l'investissement a été obtenu sans l'aide du multiplicateur. Si on lui attribuait simplement une valeur de deux <sup>34</sup>, il pourrait facilement en résulter une supériorité des nombres obtenus en dynamique sur les nombres représentant la perte brute.

Il faudrait prendre note que ces deux résultats ont une dimension différente et que, par conséquent, on ne peut les comparer directement qu'avec précaution. Le nombre 100 obtenu en dynamique est le nombre d'hommes-année de travail ou d'emploi incorporé à l'investissement. Le fait de le doubler à l'aide d'un multiplicateur de 2, par exemple, fait entrer en ligne de compte le nombre d'hommes-année supplémentaires d'emplois créés dans l'économie comme résultat de l'investissement additionnel nécessaire à la fabrication d'une machine plus puissante. Les nombres 20 et 160 obtenus en statique

32. J.R. Hicks [34] p. 291 discute de la substituabilité et de la complémentarité dans le temps de la main-d'œuvre, mais il n'apporte aucune estimation quantitative. Voir aussi [32] pp. 276-280, dans lequel l'auteur aurait pu porter une attention particulière aux effets de la hausse des salaires, lorsque son ouvrage a été réédité.

33. Ross, *op. cit.*, [62], utilise cette méthode.

34. Voir, par exemple, [12] et [27].

sont des taux ; on peut les considérer comme représentant des emplois ou des hommes-année d'emploi par année. Si on les multipliait par les taux de salaires annuels ils constitueraient la masse salariale annuelle des comptes nationaux de l'économie stationnaire.

Il n'y a pas de mal à comparer de tels résultats, de la même façon que l'on peut comparer le poids d'une automobile avec sa vitesse à n'importe quel moment, mais il est important de se rappeler qu'ils ont une signification différente. Considérons, en guise d'illustration, deux situations extrêmes : d'une part, une mobilité parfaite, d'autre part, une immobilité parfaite de la main-d'œuvre. Dans le premier cas, toute personne déplacée trouvera immédiatement un autre emploi et le chômage sera inexistant dans une telle économie à condition que la demande globale soit suffisante. Le déplacement causé par des changements de technologie ne produira généralement pas de chômage. Dans le second cas, la perte d'un emploi aura un caractère permanent et l'individu restera chômeur jusqu'à sa mort si les travailleurs sont entièrement spécialisés, comme dans un système de caste, et qu'ils ne peuvent remplir qu'une seule tâche. Si le système de caste est à ce point développé que les gens ont aussi des emplois définis dès leur naissance, un monde de changement technologique sera plus tragique pour eux.

Dans un monde réel, tel que le Canada ou les États-Unis au cours des années 1960, il existe du chômage, mais il est improbable qu'il soit permanent pour aucun individu. Le Bureau of Labor Statistics a estimé entre 10 et 13 semaines<sup>35</sup>, soit environ le quart d'une année, la période moyenne de chômage. Il s'agit d'une distribution très biaisée. Plusieurs personnes ne sont en chômage que pour une courte période alors que peu le sont pour de longues périodes — ce que l'on peut appeler le chômage irréductible (*hard-core*).

Revenons maintenant au problème d'une comparaison convenable des résultats obtenus en statique à ceux qui sont obtenus en dynamique. Si on pouvait appliquer à notre société stationnaire la moyenne de  $\frac{1}{4}$  d'année comme période de chômage avant que l'on ne trouve de nouveaux emplois, les 160 travailleurs déplacés ne souffriraient du chômage que dans la proportion de  $160/4$ , soit 40 hommes-année. En supposant que le chômage technologique tende à devenir du chômage irréductible (*hard-core*), une moyenne plus

35. Voir, par exemple, [82] p. 97.

élevée, disons  $\frac{1}{2}$ , devrait être appliquée aux chômeurs de cette catégorie. Ces personnes souffriraient donc du chômage dans la proportion de 80 hommes-année.

On peut aussi se demander pendant combien de temps ces personnes déplacées devraient être en chômage avant que le montant total du chômage subi ne soit égal à l'emploi additionnel de 100 hommes-année dont la fabrication de la machine a fait profiter. La réponse est évidemment  $100/160$  ou  $\frac{5}{8}$  d'année. Celle-ci serait de  $1\frac{1}{4}$  année si on comparait le montant total d'emplois additionnels résultant de l'investissement, avec un multiplicateur de 2.

Nous avons utilisé le chiffre brut de 160 travailleurs déplacés alors qu'en réalité nous devrions reconnaître le fait que des emplois permanents ont été créés et utiliser dans nos calculs le chiffre net de 140. Ceci fait ressortir davantage l'importance relative des éléments dynamiques. Il devrait être maintenant évident qu'il est insuffisant de n'utiliser qu'une approche de statique comparative et laisser de côté les facteurs dynamiques dans notre monde en évolution constante.

Les nombres utilisés ici sont quelque peu arbitraires et il est important de connaître dans quelle mesure on peut leur faire confiance.

Résumons d'abord les données chiffrées utilisées, pour aborder ensuite une discussion générale des paramètres de ce modèle.

Données et résultats de la statique comparative :

	en milliers de dollars par année
Augmentation des paiements nets de capital	
20 p.c. sur 800,000 dollars .....	160
Augmentation des salaires indirects de	
20 hommes-année .....	40
Baisse des salaires directs de 160 hommes- année .....	-320
Diminution nette des salaires .....	-280
Nouvelle diminution des déboursés annuels	-120

Cette diminution annuelle de 120,000 dollars constitue une mesure de la réduction annuelle des coûts, à supposer que l'output ne change pas, et on peut la considérer comme l'équivalent de 60 hommes-année, comparé aux 160 travailleurs déplacés. La réduction

des coûts unitaires serait plus forte si l'output augmentait mais, dans ce cas, il faudrait prendre en compte l'incidence que cela aurait sur l'approvisionnement en matières premières et la vente des biens de consommation qui y sont reliés.

Toutefois, la dynamique permet d'avoir une image bien différente de celle que fournit la statique comparative. Au cours de la première année les dépenses d'investissement augmentent de 800,000 dollars, montant auquel on pourrait ajouter les effets d'un multiplicateur de 2 pour obtenir une somme totale de 1,600,000 dollars. L'effet déflationniste de la perte de salaire vient d'une augmentation nette de 140 chômeurs à 2,000 dollars par année pour un total de 280,000 dollars annuellement à partir de la deuxième année. Cependant, l'effet déflationniste net sur les paiements globaux est réduit à 120,000 dollars par année à cause de l'accroissement des paiements de capital.

Donc, la méthode de la statique comparative fait ressortir la réduction des coûts, mais elle passe sous silence un facteur dynamique expansionniste très important, d'une envergure suffisante même avec un multiplicateur de 2. Il s'agit du fait que cette réduction des coûts est plus de 5 fois supérieure à la perte nette de salaires et plus de 10 fois supérieure à la perte nette de paiements annuels.

On pourrait utiliser d'autres données chiffrées en guise d'illustration. Le taux de salaire ainsi que le montant de l'investissement important peu. Toutefois, certaines relations fondamentales dont on a supposé l'existence devraient maintenant être formalisées.

### III. *Le modèle des effets à court terme*

L'effet dynamique vient d'un investissement additionnel que l'on peut désigner par  $\Delta I$ . Appelons  $a\Delta I$  la partie salaire de cet investissement. On peut utiliser cette composante salaire pour estimer la quantité de travail contenue dans l'investissement additionnel en la divisant par un taux de salaire moyen approprié. On pourrait, en principe, connaître la valeur de  $a$  en faisant l'étude approfondie d'un cas particulier.

D'une façon générale, on peut obtenir une valeur moyenne à l'aide des statistiques gouvernementales<sup>36</sup> portant sur les industries

36. Par exemple, [81].

concernées. On y apprend que la proportion des salaires par rapport aux ventes totales dans l'industrie de l'outillage est d'environ  $\frac{1}{5}$  et plus près de  $\frac{1}{3}$  dans l'industrie de la construction. Il est probable que  $\frac{1}{4}$  est une proportion utilisable. Celle-ci pourrait être aussi élevée que  $\frac{1}{2}$  mais il est improbable qu'elle soit inférieure à  $\frac{1}{5}$  dans aucun cas présent. Bien entendu, la valeur totale des salaires payés devrait être beaucoup plus forte si nous tenions compte du deuxième niveau des dépenses d'investissement. Ceci peut être fait en utilisant un multiplicateur  $m$ . Ce multiplicateur peut être ou non le même que celui qui devrait être appliqué à  $\Delta I$ , mais il est sage, dans un but de simplicité, de ne pas en multiplier le nombre.

Lorsqu'on fait un investissement on s'attend ordinairement à un rendement brut suffisant pour rembourser le capital investi tout en laissant un rendement net sur l'investissement proportionné au risque encouru. On doit aussi voir à ce que le capital soit maintenu en bon état de fonctionnement ; nous préférons inclure ce dernier élément dans le rendement brut plutôt que dans l'emploi direct.

Certains investissements se révéleront plus rémunérateurs que d'autres mais en moyenne ils seront suffisants pour défrayer les dépenses nécessaires et produire un rendement raisonnable. Ces investissements auront tendance à être plus ou moins nombreux selon que leur rendement sera plus ou moins élevé.

Nous allons alors envisager l'existence d'un taux de rendement brut moyen de  $b$  par année. Environ la moitié de ce rapport va couvrir les frais d'entretien et d'amortissement, l'autre moitié procurant un rendement net suffisamment élevé pour payer l'impôt sur les revenus de la société et laisser un taux peut-être un peu plus élevé qu'un taux d'intérêt. Un taux de rendement de 40 p.c. pourrait rencontrer ces objectifs. La valeur de  $b$  serait alors de  $\frac{3}{5}$ . Ce rapport se situerait en général entre  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{1}{2}$ .

Un autre paramètre nécessaire consiste dans le rapport de l'économie annuelle de coûts en main-d'œuvre directe sur le rendement brut annuel provenant de l'investissement. Même s'il est improbable que ces économies de main-d'œuvre constituent le seul facteur déterminant d'un investissement additionnel, on peut s'attendre qu'elles soient un facteur de grande importance. D'autres économies peuvent provenir de l'utilisation du matériel : gaspillage réduit, meilleur contrôle, inventaire plus restreint. Le paramètre  $c$ , dans ce cas serait

un rapport inférieur à 1 mais probablement assez près de ce nombre. Évidemment, une partie des économies de main-d'œuvre directe<sup>37</sup> peut être contrebalancée par l'utilisation d'une quantité plus grande de matériel et de fournitures, par un besoin plus grand d'inventaires afin d'alimenter la machine, par une puissance accrue pour la faire fonctionner, par un gaspillage plus grand. Il faudrait remarquer que nous ne prenons pas en considération le travail requis pour l'entretien de la machine, celui-ci étant inclus dans le paramètre  $b$ . Il est donc possible d'avoir une valeur de  $c$  légèrement supérieure à 1, et il est plus probable qu'elle soit quelque peu inférieure à l'unité.

L'expression  $bc\Delta I$  représente alors la perte annuelle de salaires directs pour l'économie lorsqu'on met la machine en place. La formalisation de cette relation permet d'évaluer des fragments de renseignements que l'on trouve dans la littérature. Le déplacement d'un grand nombre de travailleurs<sup>38</sup> pourrait signifier un taux de rendement élevé, ou un gros investissement, ou les deux à la fois, et on pourrait porter une bonne attention à ces facteurs dans des cas particuliers.

Une certaine augmentation des salaires indirects causés par le remplacement régulier de l'investissement additionnel va contrebalancer la perte de salaires directs. Si la machine doit durer  $1/f$  années<sup>39</sup>, l'augmentation annuelle des salaires indirects sera en moyenne, dans une économie stationnaire, de  $fa\Delta I$ .

La perte nette annuelle en salaires, toujours dans une économie stationnaire, sera donc de  $(bc-af)\Delta I$ . Si on compare cette quantité aux salaires versés à la suite de l'investissement additionnel original, on obtient un rapport des éléments dynamiques du salaire aux éléments statiques, qui est le suivant :

$$(1) \quad R_w = \frac{a\Delta I}{(-bc+af)\Delta I} = \frac{a}{-bc+af}$$

37. Si  $c$  n'est pas égal à 1, il se produira d'autres transformations dans l'économie qu'il faudra retracer. Nous supposons qu'elles sont négligeables.

38. Charles Killingsworth [41] p. 414, mentionne le cas d'une machine, laquelle : « in some major installations typically achieved direct labor savings of about 90 per cent... »

39. Nous supposons que la durée économique de cette machine est égale à celle qu'elle remplace, de telle façon qu'il n'y ait pas de perturbation dans le cycle de remplacement du reste de l'investissement.

On verra, en considérant les valeurs possibles de ces paramètres, que ce rapport peut certainement être plus grand que 1, surtout avec un effet de multiplicateur au numérateur. C'est donc dire que, d'une façon générale, les salaires versés à la suite d'un tel investissement peuvent être plus élevés que la perte de salaires résultant du changement.

Si nous acceptons que  $c$  est très voisin de l'unité, les paramètres clés sont donc  $a$  et  $b$  et leurs dérivées sont les suivantes :

$$(2) \quad \frac{\partial R_w}{\partial a} = \frac{-bc}{(-bc+af)^2} \text{ et } \frac{\partial R_w}{\partial b} = \frac{ac}{(-bc+af)^2}$$

Le rapport se limite aux paiements de salaires. Considérons maintenant tous les paiements. Les paiements de capital compensent en partie la perte en paiements de salaires. Avant d'en faire une estimation, notons que le taux de rendement brut annuel  $b$  est constitué essentiellement de deux parties : un rendement net et un facteur d'amortissement nécessaire au remboursement du capital. Celui-ci dépend de la durée de la machine et, en fait, est représenté par le rapport  $f$  déjà mentionné. Les paiements de capital supplémentaires dans la nouvelle économie stationnaire seront donc  $(b-f) \Delta I$ , et les changements dans les paiements totaux occasionnés par le passage à un autre état stationnaire :

$$(3) \quad (-bc+af+b-f) \Delta I = [b(1-c)-f(1-a)] \Delta I$$

On peut maintenant établir un deuxième rapport pour les dépenses totales :

$$(4) \quad R_s = 1/[b(1-c)-f(1-a)]$$

Ce rapport a une valeur numérique supérieure à celle du premier et il est donc encore plus probable qu'il soit supérieur à 1. En le multipliant par  $m$  on élève encore sa valeur, si on suppose que ce symbole est la mesure de l'effet de multiplicateur de l'investissement pour l'année au cours de laquelle cet investissement a été effectué.

L'utilisation des nombres types tirés de la discussion précédente sur les paramètres donne les résultats suivants :

$$(5) \quad R_s = \frac{1}{\frac{2}{5} \times \frac{1}{4} - \frac{1}{5} \times \frac{3}{4}} = -20$$

Ce résultat va surprendre plusieurs personnes, même certains économistes. Le signe négatif vient simplement confirmer le fait que l'investissement est positif alors que les changements nets considérés statiquement sont négatifs. Dans l'exemple précédent,  $c=1$  si bien que  $R_s = -\frac{20}{3}$

Il est évident que les valeurs dynamiques sont très importantes comparées aux valeurs statiques et qu'on ne devrait pas les laisser de côté. Il est probable qu'en général elles sont inflationnistes même en ne tenant pas compte du multiplicateur. Il suffirait d'un faible accroissement des changements technologiques pour éviter les tendances déflationnistes. Toutefois, un ralentissement de ces changements aurait éventuellement des effets déflationnistes.

#### IV. Quelques exemples

On trouve dans les écrits sur l'automatisation plusieurs exemples capables de vérifier les relations quantitatives dont on vient de traiter. Diebold<sup>40</sup> fournit des données sur l'installation par la compagnie Ford d'une chaîne de production de blocs-cylindres au coût de 9 millions de dollars, soit un investissement de 25 p.c. plus élevé qu'un mode plus conventionnel de production. Il y a donc eu un investissement supplémentaire de  $2\frac{1}{4}$  millions de dollars. En supposant que le contenu en salaires de cet investissement supplémentaire soit estimé à un quart du total, ce qui représente les  $\frac{9}{16}$  d'un million de dollars, ce nombre constitue la quantité de dollars en salaires mis en circulation directement par l'investissement avant que la machinerie ne soit en opération. Ces dollars en salaires viennent s'ajouter à ceux qui proviendraient du seul remplacement de la machinerie.

Si on suppose maintenant que le taux de rendement brut annuel de l'investissement supplémentaire, y inclus l'intérêt et l'amortissement, est de 40 p.c., ce rendement s'élèverait à  $\frac{9}{10}$  d'un million de dollars par année.

L'économie de coûts en main-d'œuvre directe est largement responsable du rendement de l'investissement supplémentaire. On pourrait s'attendre, dans ce cas, que les économies de salaires directs

40. [15] p. 179.

constituent une proportion importante de ce rendement. Afin de simplifier les calculs, supposons que le rendement et l'économie de coûts sont égaux. En faisant l'hypothèse que ce rapport est égal à 1, nous songeons à une situation où la main-d'œuvre directe est relativement importante, ce qui en fait un cas particulièrement intéressant.

Nous avons maintenant, annuellement, un gain de 9/16 de un million de dollars en salaires versés et une perte de 9/10 de un million de dollars. On pourrait exprimer ces deux nombres en hommes-année en les divisant par des taux de salaire annuels appropriés, mais ceci n'est pas nécessaire pour les fins de comparaison. Nous supposons qu'un multiplicateur de 2 est convenable pour le montant de l'investissement et qu'une moyenne de chômage de 1/3 d'année convient pour les travailleurs déplacés. Les résultats sont les suivants :

$$(6) \quad R = \frac{\text{gain}}{\text{perte}} = \frac{9/16 \times 2}{9/10 \times 1/3} = 3\frac{3}{4}$$

C'est dire que le gain en salaires versés à la suite de l'investissement supplémentaire et de ses effets de multiplicateur est plus de trois fois supérieur à la perte en salaires versés, en supposant que les travailleurs déplacés ne chôment pas, en moyenne, plus longtemps que les autres chômeurs.

On pourrait utiliser des paramètres différents et choisir d'autres exemples <sup>41</sup>, ce qui produirait divers résultats. D'une façon générale, il se révélera que les exemples frappants de mises à pied discrètes (*silent firings*) entraînent des gains nets positifs importants d'emploi à court terme, mais dans des industries et des régions différentes. Ce qui signifie que les mises à pied discrètes (*silent firings*) sont plus que compensées par des créations d'emplois discrètes (*silent hirings*).

Six cas (voir bibliographie, no 7) d'automatisation du travail de bureau, celle-ci entraînant un total de 24 millions de dollars d'investissements et de 1,200 pertes d'emplois, ont été étudiés. Or, cette étude a montré que pour les 6 cas pris globalement le contenu en main-d'œuvre de l'investissement, mesuré en hommes-année, était à peu près égal à la perte d'emplois même en l'absence d'ajustements

41. Par exemple, [71] p. 199.

pour tenir compte du multiplicateur d'investissement. Ceci implique que seul un chômage d'une durée moyenne d'un an ou plus entraînerait une perte nette d'emplois.

Pris séparément, les rapports calculés précédemment variaient entre 1.2 et 7.5, même si dans plusieurs cas le montant des investissements était sous-estimé. Certains de ces rapports sont élevés du fait que la qualité et la quantité du travail accompli se sont accrues et qu'on n'en a pas tenu suffisamment compte.

On pourrait utiliser, comme approche différente, des données provenant des sociétés. Dans une étude (bibliographie, no 6) d'un groupe d'entreprises canadiennes, nous avons comparé leurs données sur l'emploi, rajustées pour tenir compte de la valeur des ventes, entre 1960 et 1965. Nous avons trouvé un rapport des gains sur les pertes de 4.5, ce qui veut dire que les emplois créés par les dépenses en capital nouveau étaient 4 fois plus nombreux que les emplois disparus par suite d'économies de main-d'œuvre directe. Il s'agit, toutefois, des dépenses brutes de capital et non pas des dépenses nettes.

Une étude (bibliographie no 5) des changements dans le capital et la main-d'œuvre utilisés par une entreprise déterminée sur une période de 18 ans a montré que les nouveaux investissements conduisaient annuellement à la création d'emplois en nombre plus élevé que les pertes occasionnées par les économies de main-d'œuvre. Une autre étude portant sur divers cas de mécanisation industrielle (bibliographie, no 7a) fait une estimation des implications des investissements et arrive à la conclusion que la mécanisation est généralement expansionniste à court terme.

On reconnaît que ces calculs sont approximatifs et qu'on peut les rendre plus raffinés. Cependant il est frappant de constater la diversité des données et l'uniformité des enseignements qu'ils fournissent. Le nombre d'emplois dont l'investissement peut entraîner la création est, en général, assez important par rapport aux pertes de main-d'œuvre directe ; toutefois celles-ci sont connues.

## V. Conclusion

Un cas isolé de mécanisation économise en général du travail et, par conséquent, supprime des emplois. Des investissements sont habituellement nécessaires et ils entraînent la création préalable d'em-

plois. Nous avons trouvé qu'il était possible, dans le court terme, d'estimer à la fois les gains et les pertes d'emplois.

Une succession de ces cas de mécanisation, que l'on peut désigner comme un processus de mécanisation, peut créer plus d'emplois qu'elle n'en supprime. C'est généralement ce qui se produit dans une économie moderne ayant une industrie de biens de capital développée. Une accélération du processus de mécanisation tend à accroître l'emploi et un freinage de ce processus tend à la diminuer. Ce freinage apparaît lorsque les nouveaux cas de mécanisation ne sont pas assez nombreux pour redresser le fléchissement produit par la machine.

Le rythme d'arrivée de nouveaux cas nécessaire pour redresser le fléchissement dépend du rapport critique mis en valeur précédemment. Si le taux de création de nouveaux emplois est en moyenne égal au taux de perte, le rythme d'arrivée doit être linéaire et constant. Chaque année, par exemple, nous pourrions n'avoir qu'un cas moyen, le nouvel investissement au cours de cette année comblant le vide laissé par la machine <sup>42</sup>.

Un rapport critique inférieur à 1 implique que le nombre d'emplois créés est inférieur au nombre d'emplois disparus et une tendance géométrique ascendante sera nécessaire pour que la fréquence d'arrivée de nouveaux cas s'accroisse. On peut donc retirer beaucoup de satisfaction du fait (a) que les rapports que nous avons trouvés sont élevés et (b) que le rythme d'arrivée des nouveaux cas a tendance à suivre une courbe géométrique ascendante. Il y a aussi des raisons de croire (c) qu'à mesure que la technologie devient plus sophistiquée elle nécessite des montants d'investissement plus élevés.

Cette chance ne sourit pas aux économies qui doivent importer une bonne partie de leurs biens de capital ni à celles qui ont à supporter des taux de chômage élevés. Le groupement de cas peut produire des effets contraires à la stabilité puisqu'il en résulte une concentration des forces expansionnistes dans l'investissement, suivie d'une force de contraction (voir bibliographie, numéros 13, 21, 36, 69). Il s'agit de problèmes réels.

Earl F. BEACH,  
*Université McGill (Montréal)*

<sup>42</sup>. Il s'agit uniquement des effets d'emploi à court terme. Il existe des effets supplémentaires dus à l'amélioration de la production.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ABRAMOVITZ, Moses, « Resource and Output Trends in the United States Since 1870 », *American Economic Review*, Proceedings, mai 1956, XLVI, pp. 5-23.
2. ARROW, Kenneth J., « Classificatory Notes on the Production and Transmission of Technological Knowledge », *American Economic Review*, Proceedings, mai 1969, LIX, pp. 29-35.
3. ASIMAKOPULOS, A., et WELDON, J.C., « A Synoptic View of Some Simple Models of Growth », *Canadian Journal of Economics and Political Science*, février 1965.
4. BAGRIT, Sir Leon, *The Age of Automation*, The BBC Reith Lectures, 1964.
5. BEACH, E.F., « La théorie économique de l'automatisation », *Relations Industrielles — Industrial Relations*, juillet 1967, 22, pp. 400-410.
6. BEACH, E.F., « Automation and Employment », *Canadian Business*, mai 1970, pp. 62-64.
7. ———, « Office Automation and Employment », *The Canadian Banker*, mai/juin 1970, pp. 30-33.
- 7a. BEACH, E.F., « Automation in Perspective », *Applied Economics*, juin 1971.
8. BROWN, Murray, *On The Theory and Measurement of Technological Change*, Cambridge, 1968.
9. BROZEN, Yale, *Automation : The Impact of Technological Change*, N.Y., 1963.
10. BROZEN, Yale, *Automation and Jobs*, Selected Papers N° 18, publié par la Graduate School of Business of the University of Chicago, 1965.
11. BRUMMET, R. Lee, FLAMHOLTZ, Eric G., et PYLE, William C., « Human Resource Measurement — A Challenge for Accountants », *The Accounting Review*, avril 1968, XLIII, pp. 217-224.
12. DAVIDSON, Paul, « Multipliers and the Price Level », *American Economic Review*, LII, septembre 1962, pp. 738-752.
13. DAVIS, Hiram S., *The Industrial Study of Economic Progress*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1947.
14. DENISON, E.F., *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us*, CED Supplement Paper N° 13, N.Y., 1962.
15. DIEBOLD, John, *Beyond Automation*, N.Y., 1964.
16. DOMAR, E., *Essays in the Theory of Economic Growth*, Oxford, 1957.
17. DORFMAN, R., « An Economic Interpretation of Optimal Control Theory », *American Economic Review*, décembre 1969, LIX, pp. 817-831.

## LA MÉCANISATION ET L'EMPLOI

18. DURBIN, E.F.M., « The Economist's View », pp. 158-195, *Man and the Machine*, Hubert Williams, éd., London, George Routledge and Sons Ltd., 1935.
19. Economic Council of Canada, *First Annual Review*, décembre 1964, Imprimeur de la Reine, Ottawa.
20. EISNER, R., « Technological Change, Obsolescence and Aggregate Demand », *American Economic Review*, mars 1956, XLVI, pp. 92-105.
21. FELLNER, W., « Technological Progress and Recent Growth Theories », *American Economic Review*, LVII, décembre 1967, pp. 1073-1098.
22. FELLNER, W., « Trends in the Activities Generating Technological Progress », *American Economic Review*, mars 1970, pp. 1-29.
23. GINSBERG, E., éd., *Technology and Social Change*, N.Y., 1964.
24. GITLOW, A.L., *Labor Economics and Industrial Relations*, Homewood, Ill., 1957.
25. GITLOW, A.L., *Labor and Industrial Society*, Homewood, Ill., 1963.
26. GEORGESCU-ROEGAN, N., « The Economics of Production », *American Economic Review*, mai 1970, pp. 1-9.
27. GOLDBERGER, A.S., *Impact Multipliers and Dynamic Properties of the Klein-Goldberger Model*, Amsterdam, 1959.
28. GORDON, R.J., « \$45 Billion of U.S. Private Investment Has Been Mis-laid », *American Economic Review*, juin 1969, LIX, pp. 221-238.
29. HARROD, R.F., *Towards a Dynamic Economics*, London, Macmillan, 1949.
30. HENEMAN, H.C., Jr., et YODER, D., *Labor Economics*, 1965.
31. HICKS, J.R., *The Theory of Wages*, N.Y., 1932.
32. HICKS, J.R., *The Theory of Wages*, 2<sup>e</sup> édition, London, 1963.
33. HICKS, J.R., *Value and Capital*, Oxford, 1939.
34. HICKS, J.R., *Capital and Growth*, Oxford, 1965.
35. JOHANSEN, Lief, « Substitution versus Fixed Production Coefficients in the Theory of Economic Growth », *Econometrica*, avril 1959, 27, pp. 157-176.
36. KALECKI, M., *Studies in Economic Dynamics*, Farrar and Rinehart, New-York, 1944.
37. KENNEDY, C., « Technical Progress and Investment », *Economic Journal*, LXXI, juin 1961, 292-299.
38. KENNEDY, C., « The Character of Improvements and of Technical Progress », *Economic Journal*, LXXII, décembre 1962, pp. 899-911.
39. KEYNES, J.M., *The General Theory of Employment, Interest and Money*, London, 1936.
40. KILLINGSWORTH, Charles, « Automation, Jobs and Manpower », tiré d'un mémoire présenté au Senate Subcommittee on Employment and Power et reproduit du rapport du comité : *Nation's Manpower Resolution*, partie 5, 1963.

## L'ACTUALITÉ ÉCONOMIQUE

41. KILLINGSWORTH, Charles, « Automation and Its Effects, in *Unions, Management and the Public*, E. Wight Bakke, Charles Kerr et Charles Anrod, éd. N.Y. 1967.
42. KRAINER, R.E., « The Time Profile of Capital Accumulation in the Automobile Industry », *Journal of Political Economy*, sept./oct. 1968, 76, pp. 1049-1057.
43. KRUGER, A., et MELTZ, N.M., éd., *The Canadian Labour Market : Readings in Manpower Economics*, University of Toronto, Centre for Industrial Relations, Toronto, 1968.
44. KRUGER, A., *Human Adjustment to Technological Change : The Economist's View*. Report on Project Number 45 to the Task Force on Labour Relations, Ottawa, 1969.
45. KUZNETS, Simon, « Long Term Changes in the National Income of the United States of America Since 1870 », Simon Kuznets, éd., *Income and Wealth of the United States*, Cambridge, 1952.
46. LAVERY, Kenneth R., « Let's Look Ahead to the Year 2000 », *The Business Quarterly*, The University of Western Ontario, automne 1969.
47. LEBERGOTT, Stanley, éd., *Men Without Work*, Englewood Cliffs, N.J., 1964.
48. LERNER, Abba P., compte rendu de [61], *American Economic Review*, septembre 1957, XLVII, pp. 693-699.
49. MADALLA, G.S., et KNIGHT, P.T., « International Diffusion of Technical Change, A Case Study of the Oxygen Steel Making Process », *Economic Journal*, septembre 1967, LXXVII, pp. 531-558.
50. MANGUM, Garth L., « The Role of 'Job Creation' Programs », chapitre 8 de *Unemployment in a Prosperous Society*, William G. Bowen et Frederick Harbison, éd., Princeton, 1965.
51. MANSFIELD, Edwin, *The Economics of Technological Change*, N.Y., 1968.
52. MEIER, Gerald M., et BALDWIN, Robert E., *Economic Development*, N.Y., 1957.
53. MYRDAL, Gunnar, *Challenge to Affluence*, N.Y., 1965.
54. NEISSER, Hans P., « 'Permanent' Technological Unemployment », *American Economic Review*, mars 1942, XXXII, pp. 50-71.
55. PENROSE, Edith, *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford, 1959.
56. PHILIPSON, Morris, éd., *Automation*, N.Y., 1962.
57. PHILLIPS, Almarin, *Automation : Its Impact on Economic Growth and Stability*, Washington, 1957.
58. PIGOU, A.C., *The Economics of Welfare*, London, 1929.
59. ———, *The Theory of Unemployment*, London, 1958.
60. REZLER, J., *Automation and Industrial Labor*, Random House, N.Y., 1969.
61. ROBINSON, Joan, *The Accumulation of Capital*, London, 1958.
62. ROSS, Arthur M., éd., *Unemployment and the American Economy*, N.Y., 1964.

## LA MÉCANISATION ET L'EMPLOI

63. ROTHSCHILD, K.W., *The Theory of Wages*, Baril Blackwell, Oxford, 1960 ; première impression en 1954.
64. RUGGLES, Richard, « The U.S. National Accounts », *American Economic Review*, mars 1959, XLIX, pp. 81-92.
65. SALTER, W.E.G., *Productivity and Technological Change*, Cambridge, 1966.
66. SAMUELSON, Paul A., *Economics, An Introductory Analysis*, McGraw-Hill, N.Y., 3<sup>e</sup> édition, 1955.
67. ———, A Theory of Induced Innovation Along Kennedy-Weisacher Lines, *Review of Economics and Statistics*, 1965.
68. SCHMOOKLER, J., *Invention and Economic Growth*, Harvard, 1966.
69. SCHUMPETER, J.A., *The Theory of Economic Development*, Harvard, 1934.
70. ———, *History of Economic Analysis*, N.Y., 1954, pp. 679-687.
71. SELIGMAN, Ben, *Most Notorious Victory*, N.Y., 1966.
72. SHOVE, G.F., compte rendu de [31] dans *Economic Journal*, septembre 1933, vol. XLIII, pp. 460-471, reproduit dans [32].
73. SOLOW, R.M., « Technological Change and the Aggregate Production Function », *Review of Economics and Statistics*, vol. XXXIX, août 1957, pp. 312-320.
74. SOLOW, R.M., « Technological Progress, Capital Formation and Economic Growth », *American Economic Review*, vol. LII, mai 1962, pp. 76-78.
75. THEOBALD, R., *Free Men and Free Markets*, Doubleday, 1963.
76. VICAS, A.G., *Research and Development in the Farm Machinery Industry*, Study No. 7 for the Royal Commission on Farm Machinery, Ottawa, Canada, 1970.
77. WALLIS, W.A., « Some Economic Considerations », in *Automation and Technological Change*, John T. Dunlop, éd., Englewood Cliffs, N.J., 1961.
78. WEINTRAUB, David, « Effects of Current and Prospective Technological Developments Upon Capital Formation », *American Economic Review*, Proceedings, mars 1939, XXIX, pp. 14-32.
79. WIRTZ, Willard, *The Challenge of Automation*, the Sidney Hillman Foundation Lecture delivered at the University of Rochester, 3 avril 1963.
80. International Labour Office, *Automation and Other Technological Developments*, partie I du Report of the Director General, Genève, 1957.
81. U.S. Department of Commerce, *Statistical Abstract of the U.S.*
82. U.S. Department of Labor, *Employment and Earnings*, janvier 1967 .
83. U.S. National Commission, *Technology and the American Economy*, 1966, vol. 1.
84. U.S. President's Advisory Committee on Labor Management Policy, *The Benefits and Problems Incident to Automation and Other Technological Advances*, Washington, 1962.