

La nature du progrès technique et la substitution des facteurs dans les pays en voie de développement

The nature of technical progress, and factor-substitution: A process Isoquant Approach

Oli Hawrylyshyn

Volume 53, Number 2, avril-juin 1977

Distribution des revenus et création d'emplois dans les pays en voie de développement

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/800723ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/800723ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (print)

1710-3991 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Hawrylyshyn, O. (1977). La nature du progrès technique et la substitution des facteurs dans les pays en voie de développement. *L'Actualité économique*, 53(2), 193–213. <https://doi.org/10.7202/800723ar>

Article abstract

The first part of the paper presents a new typology of direction of technological progress which is more suited to the problem of employment in developing countries, and factor substitution effects. An alternative to elasticity of substitution is proposed as providing more insights into the employment problems, namely the "range of substitution". The main conclusions here are that labour-saving technological progress as usually defined does not necessarily mean a reduced scope for substitution, contrary to the popular view of the technological determinist, but that nevertheless the most desirable direction of progress is in the neighborhood of the labour-intensive ridge line. The second part of the paper then considers how progress can be so directed. First, technological progress is narrowly defined not as a shift of the isoquant but as a movement of a particular process-point on the isoquant, reflecting the practical nature of R&D.

Concluding that new technology is the result of efforts and resources denoted to a process, the paper infers from that the following policy implication: to improve employment opportunities, R&D resources must be oriented to labour-intensive processes, either by incentives or more explicitly. As a cautionary note, it is suggested factor prices do nevertheless matter, and technical efficiency is still an important criterion.

LA NATURE DU PROGRÈS TECHNIQUE ET LA SUBSTITUTION DES FACTEURS DANS LES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT *

I. *Introduction*

Le déterminisme technologique, ou le fait que le choix des techniques de production dans les pays en voie de développement (PVD) est très limité étant donné un rapport capital-travail élevé, a souvent été l'explication favorite du problème du sous-emploi. Deux raisons principales parmi les plus fréquentes sont avancées pour la justifier. D'une part, « avec un accroissement continu dans les salaires réels, les développements (technologiques) tendront à utiliser moins de travail ». D'autre part, « les machines nouvelles ont tendance à être fabriquées pour des échelles d'opération de grande envergure ... les plus anciennes (étant) efficaces pour des échelles plus restreintes (mais) inefficaces pour des échelles de production de grande envergure » (Stewart [8], pp. 105 et 107).

J'ai déjà noté ailleurs ([2], p. 51) qu'un accroissement de l'échelle de production n'implique pas nécessairement une réduction de la marge de manœuvre pour la substitution. Dans cet article, j'aimerais considérer l'effet de l'orientation du progrès technique (PT) sur la substitution des facteurs. L'introduction de la technologie nouvelle sera considérée non simplement comme un déplacement vers l'intérieur des isoquants de production mais plutôt comme le mouvement d'un processus spécifique (ou isoquant-Leontief) sous-jacent à l'isoquant de l'économie. La section II présente une taxonomie des divers types de PT sur la base de cette approche qui diffère significativement de la classification néo-classique habituelle du progrès technique neutre de Hicks, Harrod, etc. Ces derniers et surtout Harrod, adoptent une optique du type macro alors qu'ici l'accent sera mis sur les aspects micro. Étant donné cette taxonomie, je considérerai brièvement la question suivante : quel est le type de PT le plus avantageux pour un PVD présentant un problème de sous-

* Je désire remercier Dick Lipsey pour ses idées et discussions sur le sujet, ainsi qu'André Martens pour ses commentaires et suggestions. La responsabilité des erreurs reste entièrement mienne.

emploi ? La section III poursuit dans la même veine et considère quelques questions concernant les orientations de la Recherche et du Développement (R & D), les divers types de PT et les objectifs particuliers des PVD. Dans cette analyse, je propose une alternative à la vision classique du PT : la *courbe d'iso-développement*. La section IV rappelle brièvement les conclusions principales et présente les implications en termes de politiques.

Mais avant d'aborder le sujet, introduisons une alternative au paramètre ¹ de l'élasticité de substitution (σ) comme indicateur du degré de substitution. Je propose d'évaluer l'effet de divers changements technologiques sur la substitution des facteurs en faisant référence à un changement dans la valeur de l'étendue de substitution (ξ) :

$$\xi = \frac{(K/L)_{\max} - (K/L)_{\min}}{(K/L)_{\max}}$$

où :

K/L = rapports capital-travail pour des techniques efficaces
les rapports max et min sont donnés par « les lignes de contours »
d'une carte d'isoquants (figure 2).

Le paramètre (ξ) donne le changement maximum en pourcentage réalisable dans le rapport capital-travail relativement à la technique la plus intensive en capital ².

Nous utilisons le rapport K/L le plus élevé au dénominateur car l'analyse présente s'intéresse surtout à des situations en PVD, où nous croyons que les techniques utilisées sont peut-être trop « modernes » et trop intensives en capital.

Bien que σ puisse constituer une approximation préliminaire du degré de substitution il n'est pas d'une grande utilité dans le problème crucial du sous-emploi dans les PVD. Le problème pratique des PVD est simple : existe-t-il des techniques de production plus intensives en travail et quelles sont les politiques qui peuvent avoir un effet sur le choix des procédés ? Habituellement, le paramètre σ est présumé constant pour tous les rapports K/L et tous les niveaux de production. Mais divers aspects de la production dans les PVD peuvent contredire cette hypothèse (le choix limité de techniques ; les effets de l'échelle de production ; le degré d'uti-

1. La définition de ceci est $\sigma = \frac{d(K/L)}{K/L} \cdot \frac{dK/dL}{d(dK/dL)}$ pour le cas à deux facteurs ou changement en % dans le rapport K/L divisé par le changement en % dans le rapport de salaire - rente du capital.

2. Notons que $\xi = \sigma$ pour $\sigma = 0$; $\lim_{\sigma \rightarrow 0} \xi = 1$ pour $\sigma > 0$ et $\frac{d\sigma}{d(K/L)} = 0$ c'est-à-dire σ est constant ; $1 < \xi < 0$ pour $\sigma > 0$ et $\frac{d\sigma}{d(K/L)} \neq 0$ i.e. σ variable.

lisation de la capacité ; les limitations de dotation en facteurs complémentaires, etc.) conduisant au résultat que les isoquants n'ont pas la forme hyperbolique rectangulaire commode que nous leur connaissons³. En pratique, il ne suffira pas de dire que la courbe que nous traçons n'est qu'une approximation d'un isoquant plus réaliste : le problème requiert une connaissance plus précise et, à tout le moins, il demande l'introduction d'une élasticité de substitution variable.

Morawetz conclut de son côté que les mesures empiriques de σ sont instables et souvent inappropriées en raison des hypothèses de base de stabilité, de l'utilisation de techniques « actuellement employées » comme bases des données et de tout un ensemble d'autres problèmes reliés à la théorie et à l'économétrie ; il suggère que « nous cessions de chercher à estimer les élasticités de substitution ... pour nous attacher davantage aux études microéconomiques des ... procédés » ([6], p. 516).

Finalement, on peut dire que même si σ est correctement mesuré et peut nous renseigner sur le problème de l'emploi en nous indiquant l'ampleur des changements à effectuer dans les prix des facteurs pour susciter un changement dans le rapport capital-travail dans *le voisinage des techniques actuellement utilisées*, il ne nous renseigne nullement sur le potentiel total de création d'emplois. Cette question devrait être prioritaire car les changements dans les prix des facteurs ne sont pas le seul type de politique permettant d'accroître l'emploi ; on peut également considérer les subventions au « design » et au développement, l'éducation et même, des directives sur l'utilisation des facteurs. Ainsi, bien que la courbure de l'isoquant, telle que donnée par σ peut être importante pour les politiques portant sur les prix des facteurs, l'étendue de l'isoquant dans l'espace K/L est peut-être plus importante encore. Le paramètre ξ mesure la dimension de « l'étendue économique » d'un isoquant donnant ainsi une mesure directe du potentiel de création d'emplois quelle que soit la politique utilisée.

II. Progrès technique : une taxonomie basée sur le procédé

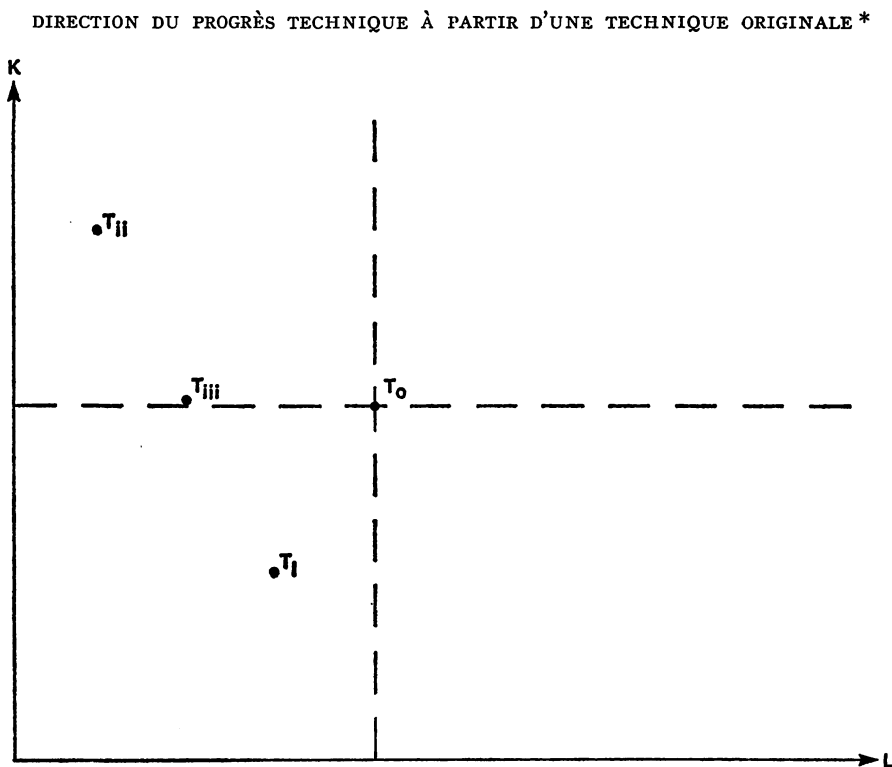
Dans la mesure où il existe une vision claire du rôle des changements technologiques dans l'école de pensée du déterminisme technologique, celle-ci a été exprimée dans l'article de Stewart de 1972 : « En général, plus une industrie sera ancienne plus le choix sera étendu, et plus intensives en travail seront les techniques à maximum intensité en travail ([8], p. 107). L'inverse de cette proposition est : plus une industrie est nouvelle, moins elle a de choix, et plus capitaliste est sa technique la plus fortement créatrice d'emplois.

3. Pour une excellente analyse des formes de l'isoquant erratique et du sentier d'expansion dans le contexte des pays développés (PD) voir Leif Johansen, *Production Functions: An Integration of Micro and Macro, Short Run and Long Run Aspects*, Amsterdam : North-Holland Publishing Company, 1973.

Ce point de vue est défendu en termes de l'évolution historique des nouvelles techniques à partir d'une technique « originale (T_0) » tel qu'illustré dans la figure 1. Stewart [8] suggère « qu'avec un accroissement soutenu dans les salaires réels, tous les développements tendront à utiliser moins de travail » (p. 105). Ainsi « nous pouvons nous attendre à ce que toute nouvelle technique se situe à (l'ouest) de T_0 ... (et) les faits stylisés de l'histoire suggèrent, dans l'ensemble, que le rapport capital-production sera constant avec un rapport capital-travail croissant — c'est-à-dire un déplacement vers T_{ii} » (p. 106).

Toutefois, comme l'a reconnu Stewart, ces faits stylisés s'appliquent sur un plan global seulement et ne peuvent contredire une possibilité telle T_{ii} (cas de techniques tendant à utiliser plus de capital et moins de travail). Dans son étude sur les problèmes de l'emploi, Morawetz [6] met en relief des données empiriques contredisant l'hypothèse de Stewart à l'effet que les vieilles techniques sont inefficaces ; ce qui implique que le

FIGURE 1

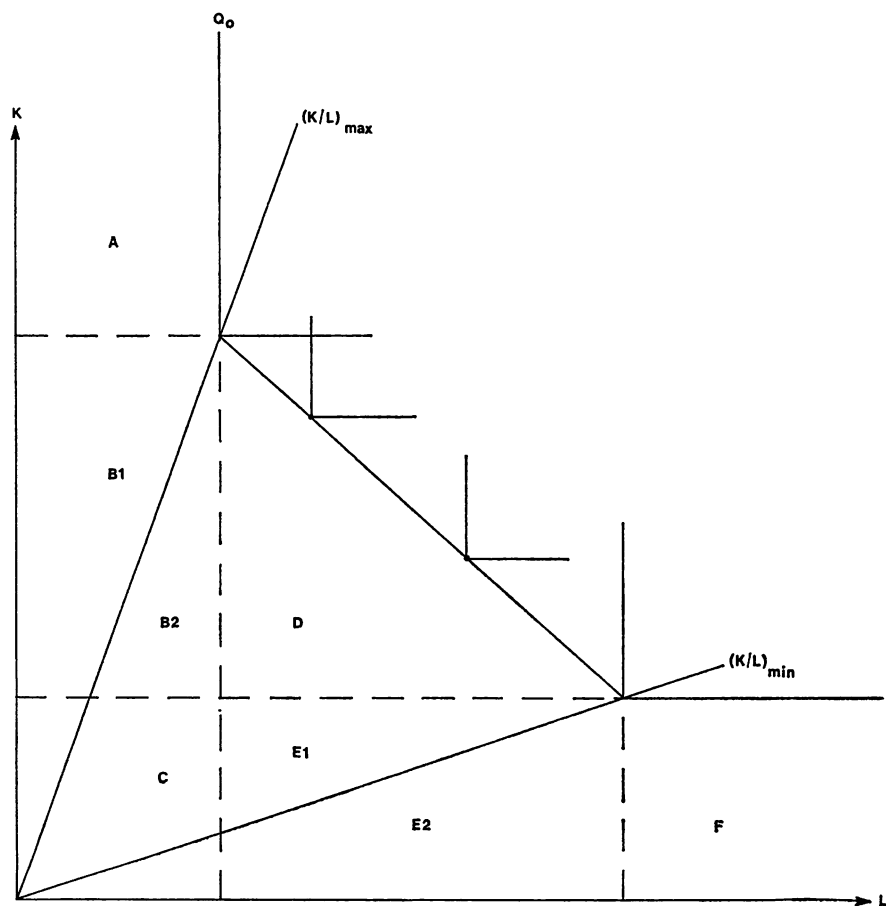


* Diagramme 6 dans Frances Stewart [8], p. 106.

progrès technique peut conduire à des points tel T_{ii} ⁴. Toutefois, Stewart est sans doute justifié d'énoncer que la vision néo-classique du progrès technique « (qui a pour seul effet d'accroître l'efficacité de toutes les techniques) ne se vérifie pas par référence à des standards historiques » (p. 103). Mais, Stewart présume des résultats de l'analyse en classifiant les directions possibles du progrès technique par rapport à une seule

FIGURE 2

LOCALISATION DES NOUVELLES TECHNIQUES RELATIVEMENT À UN ISOQUANT
À PROCÉDÉS MULTIPLES



4. Je présume que ces données sont de Kaldor ; si c'est le cas, on peut noter que Kendrick et Sato dans « Factor Prices, Productivity and Growth », *American Economic Review*, décembre 1963, semblent vouloir s'approprier la paternité d'au moins l'une d'entre elles, celle que Stewart a choisi de mettre en évidence — ils ont trouvé que le rapport capital — production a été décroissant pour la période 1919-1960 aux Etats-Unis. Cette observation suggère l'existence de points, tel T_i , dans la figure 2.

technique efficace et en excluant, sans données suffisantes, les mouvements dans le quadrant nord-ouest, à partir de T_0 , dans la figure 1.

Ainsi, puisqu'il existe une certaine évidence historique de l'existence de plus d'une technique efficace en n'importe quel point dans le temps et afin de pouvoir offrir un cadre d'analyse plus complet, je propose qu'une classification des directions du changement technologique soit effectuée, non pas par référence à un isoquant à technique simple, tel T_0 , mais par référence à un isoquant à techniques multiples, tel Q_0 , dans la figure 2. Même si le cadre plus simple de Stewart s'avère plus exact en termes historiques, les préoccupations récentes, ayant trait aux technologies appropriées pour les PVD, et la nécessité d'orienter la recherche et le développement des procédés de production vers des techniques à plus haute intensité de main-d'œuvre, justifient l'existence d'une taxonomie plus large faisant état de toutes les possibilités et non seulement les possi-

TABLEAU 1

EFFETS DE DIVERS TYPES DE CHANGEMENT TECHNOLOGIQUE
SUR LA FORME DES ISOQUANTS

Types de changement	Région de la figure 2	Effet sur ξ	Effet sur σ
NON DOMINANT			
Economie pure de main-d'œuvre	A	↑	Tombera possiblement de ∞ vers des valeurs « néo-classiques »
Economie pure de capital	F	↑	
PARTIELLEMENT DOMINANT			
Haute technique Intensité accrue de capital	B_1	↑	Indéterminé
Haute technique Intensité accrue de travail	B_2	↓	"
Basse technique Intensité accrue de capital	E_1	↓	"
Basse technique Intensité accrue de travail	E_2	↑	"
Intensité neutre de facteurs (ou néo-classique)	D	pas de changement	Tombe de ∞ vers des valeurs « néo-classiques »
DOMINANT			
Dominant pur	C	↓ à 0	Tombe à zéro

bilités historiques. Toutefois, je m'inscrirai dans la tradition de Stewart en identifiant la nature du PT par rapport à la localisation de chaque nouvelle technique. Il s'agira donc de diviser l'espace entre Q_0 et l'axe (figure 2) d'une manière utile et fonctionnelle, c'est-à-dire que la classification traditionnelle, la nature des déplacements de l'isoquant mais plutôt la direction spécifique empruntée par les nouvelles techniques.

La figure 2 présente huit régions possibles de cet espace dans lesquelles les nouvelles techniques peuvent se localiser par rapport à un isoquant existant comprenant au moins deux techniques dont les facteurs sont efficaces. Le tableau 1 classe ces huit types de changements technologiques en indiquant dans chaque cas l'effet sur la forme du nouvel isoquant en termes des paramètres de l'élasticité de substitution et de l'étendue de substitution. Dans ce qui suit, j'ai posé l'hypothèse que de nouvelles techniques ne seront pas développées si elles sont inefficaces relativement à l'isoquant Q_0 .

Tout d'abord, on peut catégoriser les types de changement technologique par rapport à leur effet sur l'efficacité : non dominant, partiellement dominant, et dominant. Le *changement non dominant* laisse toutes les techniques précédentes efficaces, les *changements partiellement dominants* rendent quelques-unes des techniques précédentes inefficaces, et le *changement dominant* rend toutes les techniques précédentes inefficaces. Dans la figure 2, les mouvements dans les régions A et F sont non dominants, B_1 , B_2 , E_1 , E_2 , et D sont partiellement dominants, et C est dominant.

De plus, on peut catégoriser les changements selon leur effet sur le rapport capital-travail, l'étendue de substitution, et selon qu'ils utilisent moins de travail, de capital ou les deux. Dans la première classification, on peut également opérer une division en un total de huit catégories tel qu'on peut le voir dans la figure 2 et le tableau 1. La signification de chaque catégorie et les effets sur la substitution qui ont une incidence sur le problème du sous-emploi peuvent être analysés en considérant tour à tour chacune des catégories du tableau 1.

Dans la région A , il se produit une utilisation moindre de travail occasionnée par une utilisation accrue de capital ; ce que j'appelle le cas « d'économie pure de main-d'œuvre ». Le cas F , d'autre part, est une situation d'utilisation moindre de capital occasionnée par une utilisation accrue de travail, donc un cas d'« économie pure de capital ». Ces deux cas sont non dominants et tous deux correspondent à une valeur de ξ plus élevée bien qu'en A ceci soit occasionné par un accroissement du rapport K/L maximum et en F , par une diminution du minimum. L'effet sur l'élasticité de substitution est indéterminé. De la façon dont Q_0 a été tracé, il résulte que $\sigma = \infty$. Par conséquent le paramètre n'est pas intéressant pour notre problème. Il est possible que la courbure soit plus

accentuée. Dans ce cas, σ prendra des valeurs non nulles intéressantes pour certaines valeurs de K/L .

Les régions B_1 et B_2 correspondent à de nouvelles techniques avec des rapports K/L dans le voisinage du rapport précédent, d'où l'appellation « haute technique ». Toutefois, le cas B_1 est à « intensité accrue de capital », c'est-à-dire qu'il accroît le rapport K/L maximum, alors que B_2 réduit le maximum et porte donc l'étiquette « intensité accrue de travail ». Ces effets se reflètent dans la valeur de ξ qui s'accroît en B_1 et décroît en B_2 . L'effet sur σ est indéterminé ou plus exactement, il manque d'intérêt car il reste infini sur le front des segments de droite et tombe à zéro dans les coins pour des valeurs du rapport « prix de L : prix de K » autres que la pente de ce pont. Toutefois, si j'utilise un terme plus vague dans le tableau, c'est pour tenir compte du fait qu'avec une certaine courbure dans Q_0 original, σ n'est pas infini et la nouvelle valeur peut croître ou décroître. De plus, le changement n'est pas sans intérêt pour la question de savoir si « les prix des facteurs sont importants ou non ». Les mouvements dans B donnent un isoquant à pente moins raide, ce qui signifie que dans une situation, où les prix de facteurs seraient perturbés et favoriseraient l'utilisation de capital, le changement dans les prix relatifs nécessaire pour susciter un mouvement donné vers des procédés à plus forte intensité de travail, devrait être plus important qu'il ne l'était au départ.

Les zones E_1 et E_2 sont les contreparties à « basse technique » de B_1 , B_2 . Dans E_1 , le champ des choix s'oriente vers des procédés à plus forte intensité de capital alors que K/L min s'accroît ; la valeur de ξ tombe en conséquence. D'autre part, en E_2 , la nouvelle technique est plus

TABLEAU 2

DÉSIRABILITÉ DES DIVERS TYPES DE CHANGEMENT TECHNIQUE POUR UN PVD
AVEC UN PROBLÈME DE SOUS-EMPLOI

Approximation préliminaire

Le plus désirable	F
.....	E_2
.....	E_1
.....	A
.....	B_1, B_2, D
Le moins désirable	C (surtout si proche de $K/L_{\max}$)

Les symboles alpha-numériques sont les mêmes que ceux de la figure 2 et du tableau 1

intensive en travail que celle qui était précédemment la plus intensive en travail ; ce changement se reflète dans l'accroissement de ξ . Encore une fois, il n'existe pas de changement déterminé mesurable dans la valeur de σ mais l'effet est d'accroître la viabilité de la solution de l'ajustement du prix des facteurs au problème du sous-emploi : un changement moins important dans les prix relatifs des facteurs suffira maintenant pour déplacer la production du procédé perturbé, à intensité de capital, vers le procédé approprié à intensité de travail.

Le changement technique dans D est neutre quant à l'intensité des facteurs, d'où l'étiquette « intensité neutre des facteurs ». C'est la région qui, le plus vraisemblablement, correspondra à un isoquant se rapprochant du cas néo-classique avec une courbure suffisante pour justifier l'hypothèse d'élasticité de substitution constante. Il porte donc le titre de « changement technique néo-classique ». Le paramètre ξ ne reflète pas du tout le changement se produisant dans la forme de l'isoquant mais le paramètre σ , pour sa part, semble le caractériser assez bien.

Le changement technique du type dominant pur est celui qui supporte avec plus de force l'argument du déterminisme technologique car ici la nouvelle technologie rend toutes les techniques précédentes inefficaces et inappropriées. Cette situation extrême se reflète dans les deux paramètres ξ et σ . Il serait possible de raffiner davantage la classification et de subdiviser C en trois zones : « à l'intérieur de la région économique originale », « du côté K de la région » et « du côté L de la région ». Si un PVD pouvait exprimer ses préférences, il choisirait la dernière zone. Historiquement, il semble que les pays développés (PD) aient choisi la seconde ou la première zone dans le voisinage des limites de B , étant donné la tendance historique d'accroissement du prix de L dans ces pays.

Supposons qu'un PVD dispose d'un ordre de priorités. Quel type de changement technique choisira-t-il ? Serait-il possible d'indiquer un certain ordre de préférences dans les huit catégories définies ? Etant bien conscient des embûches et des problèmes que cela soulève, en termes d'objectifs qui peuvent s'avérer conflictuels, je soutiens qu'un tel classement est possible et important ; on devrait au moins pouvoir clarifier les implications de chacun des types de développement technologique pour le problème de l'emploi.

Dans le tableau II, les divers types de changement technique sont classés selon qu'ils soient des plus désirables ou des moins désirables en termes de l'objectif de création d'emplois dans une situation de sous-emploi. Le plus désirable est clairement F : un changement du type d'« économie pure de capital », qui accroît le montant total de personnes qui peuvent être absorbées pour un niveau déterminé de capital. Bien sûr, il est possible que la nouvelle technique rende le segment de droite moins précis et diminue ainsi l'efficacité des outils d'ajustement basés sur des variations des prix des facteurs. Dans ce cas, les changements du type 2,

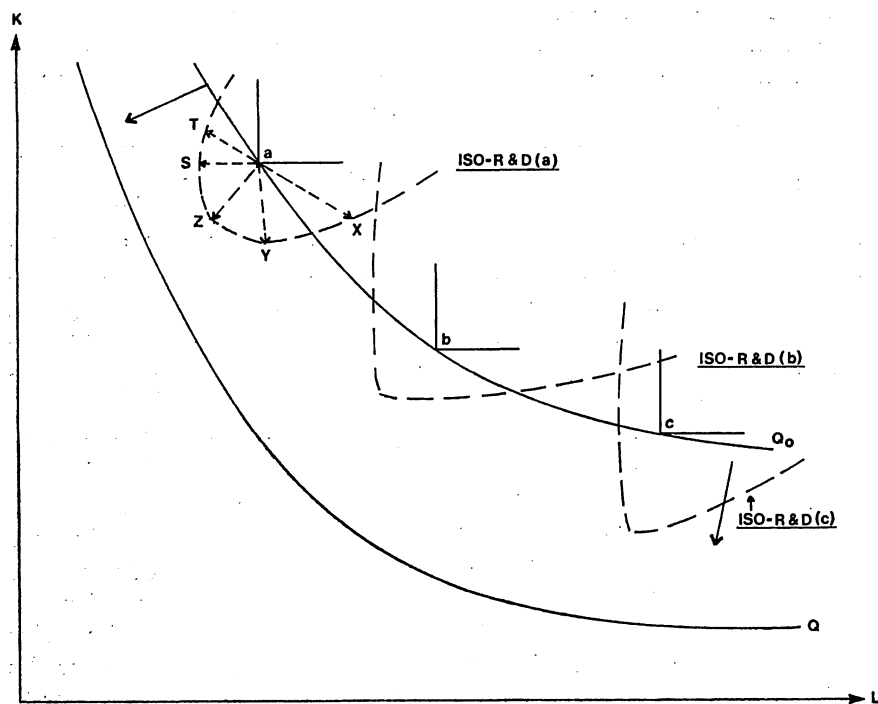
c'est-à-dire basse technique et intensité accrue de travail, peuvent devenir aussi désirables, si non plus, car ils ne font pas qu'accroître le potentiel d'absorption de la main-d'œuvre par unité de capital, mais également, ils améliorent la situation en déterminant un isoquant à pente plus raide ; ceci signifie qu'une variation moins forte, dans le rapport des prix des facteurs, est nécessaire pour susciter une production à plus forte intensité de travail.

Les changements du type E_1 : basse technique et intensité accrue de capital, sont clairement moins désirables, car ils réduisent le choix des techniques ; mais ils peuvent s'avérer plus désirables que d'autres du bas de la liste, car ils ont le même effet en termes de l'utilité des outils d'ajustement des prix des facteurs que E_2 .

Le type le moins désirable est probablement C : dominant pur, car il réduit complètement le champs des choix, et car en pratique de telles techniques sont probablement très rapprochées ou supérieures à K/L max. Par ailleurs, ce serait une orientation très souhaitable dans le cas où ce changement déterminerait un rapport K/L qui rende compte de la

FIGURE 3

LE PROGRÈS TECHNIQUE SELON L'OPTIQUE
NÉO-CLASSIQUE ET L'OPTIQUE DES PROCÉDÉS



dotation en facteurs des PVD, c'est-à-dire un rapport K/L rapproché de K/L min. Il est relativement difficile de décrire les autres types, bien qu'il soit intéressant de noter que les types B_1 et B_2 , les cas de « haute technique », occasionnent une détérioration de la situation quant à l'efficacité des outils d'ajustement des prix des facteurs, tel que le fait le type D . C'est pour cette raison qu'ils ont été rangés au-dessous de A : « économie pure de main-d'œuvre ».

Ayant classifié les différentes orientations du développement technique et suggéré que dans une situation de sous-emploi de la main-d'œuvre les orientations les plus désirables seraient *grosso modo* celles du type « économie pure de capital » ainsi que celles du type « basse technique » — c'est-à-dire celles qui se situent dans le voisinage du contour temporel à intensité de travail précédent (axe de L) — on peut se demander : comment en pratique peut-on orienter le progrès technique ? Dans la section suivante, je m'intéresse à certaines questions reliées au processus d'innovation et de développement des nouvelles techniques, et à leurs implications en termes de politiques.

III. Développement technologique : un point de vue basé sur le procédé

La vision néo-classique du PT se traduit généralement par un déplacement vers l'intérieur de Q_0 à Q_i de l'isoquant dans la figure 3. Ceci ne s'accorde pas très bien avec la vision plus qualitative du processus d'invention et d'innovation. Kennedy et Thirlwall [4] citent trois écoles de pensée telles que caractérisées par A.P. Usher : 1) la théorie héroïque de l'invention, 2) la synthèse cumulative de l'avancement scientifique, 3) la thèse de l'innovation induite (p. 51).

Dans tous ces cas, une invention, ou son application subséquente à la production économique, se manifeste en pratique par une technique ou un procédé spécifique plutôt que par un *ensemble* de techniques. Ceci signifie qu'une invention donnée est représentée par un *point* dans l'espace K/L tel que Z dans la figure 3. Dans le cas 1, la théorie héroïque de l'invention, les nouvelles inventions ne sont pas reliées aux procédés de production précédents et se localisent au hasard dans l'espace K/L . Par conséquent, dans le très long terme, il n'est pas déraisonnable de postuler un nouvel isoquant néo-classique tel que Q_i reflète un déplacement d'ensemble vers l'intérieur. Toutefois, ce n'est pas la théorie favorite des économistes néo-classiques. Ils s'intéressent plutôt aux cas 3 ou 2. Dans ces deux cas, il y a peu de raisons de penser que les efforts d'innovation sont dirigés au hasard ; en fait, il y a de bonnes raisons de croire qu'ils seront dirigés sur certains points particuliers sur l'isoquant existant (c'est-à-dire procédés tels que a , b ou c). De plus, il existe au moins deux raisons de croire que le point de mire du développement technique à travers l'invention, l'innovation ou la Recherche et le Développement sera plus proba-

blement a que b ou c — un point plus rapproché de l'axe K que de l'axe L . Dans la théorie de la synthèse cumulative la raison est un biais possible de la part des individus impliqués (ingénieurs, entrepreneurs) qui favorisent des méthodes plus modernes, plus scientifiques et plus intensives en capital⁵. Dans la théorie de l'innovation induite, l'accroissement historique des coûts de main-d'œuvre suscite des réalisations rentables qui tendent à utiliser moins de travail conduisant à accroître l'intérêt pour les procédés à rapport K/L élevé.

Il n'est pas dans mon intention ici de considérer des données empiriques sur l'orientation de la nature du développement technologique ; je souhaite plutôt représenter dans un cadre isoquant-procédé, trois idées sur le développement technologique que l'on retrouve dans la littérature, et leurs implications en termes des problèmes d'emploi des PVD. 1. Il n'y a pas de bibliothèque de techniques [Note du traducteur : blueprint shelf] et le développement de procédés nouveaux nécessite des dépenses considérables. 2. Le développement technique ne prend pas place sur tout le front de l'isoquant mais se concentre sur des procédés *individuels*. 3. Les nouvelles techniques ne se développent pas à partir de rien mais se basent plutôt sur des procédés existants.

L'isoquant néo-classique implique, sinon l'utilisation actuelle d'un grand nombre de procédés, alors à tout le moins, l'existence d'un ensemble de techniques qui peuvent être appliquées sans frais lorsque les prix des facteurs l'exigent. Ce pourrait ne pas être le cas, car nous pourrions ne disposer que d'un état de connaissance, ou d'un ensemble de données scientifiques et d'idées, de résultats de recherches, ou d'inventions dans le sens où l'entendait Schumpeter. Comme le disait Schumpeter il y a longtemps déjà, les applications à la production nécessitent d'autres innovations qui sont fonction non seulement du flux des idées mais également de la disponibilité des ressources financières (Kennedy-Thirlwall [4], p. 56). En jargon post-schumpeterien, il s'agit du Développement (dans le R & D) défini par la « National Science Foundation » américaine qui « convertit les découvertes scientifiques en produits et procédés » ([4], p. 44).

Kennedy et Thirlwall concluent que le R & D industriel met surtout l'emphasis sur le « D ». Ainsi, 41% des dépenses de R & D en Grande-Bretagne ont été faites « pour des produits mineurs et des améliorations de procédés » ([4], p. 45).

Ces données débouchent sur les idées 2 et 3 ci-haut — la concentration de la R & D en des points spécifiques dans l'espace $K-L$ plutôt que sur tout le front de Q_0 : plus précisément, les innovations sont basées sur l'amélioration de procédés actuellement en utilisation. Schumpeter a

5. Voir Hawrylyshyn [3] pour une discussion de tels biais favorisant les méthodes de production à intensité de capital.

reconnu ceci en premier lorsqu'il identifie le développement de nouveaux procédés comme l'un des cinq types d'innovation « établissant des fonctions de production nouvelles et supérieures » ([4], p. 56). Des données récentes sur la R & D dans les grands laboratoires institutionnels suggèrent, non seulement que ceci constitue la plus grande partie de l'innovation, mais encore en général il s'agit de modifications de procédés actuellement en opération : « Les données suggèrent que les inventeurs indépendants sont responsables d'une proportion significative des grandes inventions et que les grands laboratoires industriels ... sont une source relativement mineure des grandes inventions bien qu'ils soient une source majeure des inventions d'amélioration » ([4], p. 52).

Je ne tiens pas à prétendre que cela soit vrai pour tous les développements techniques, car il existe sans doute des travaux d'inventeurs « héroïques » s'éloignant considérablement des grandes avenues de la recherche⁶, et il existe des laboratoires engagés dans des développements plus « purs ». Je ne désire pas soutenir non plus que les trois notions précédentes caractérisent pleinement cette partie importante de la R & D appliquée à la production industrielle. Je souhaite plutôt considérer la manière dont ces idées peuvent être représentées dans le cadre de l'isoquant de production de l'économiste et ce qu'elles impliquent en termes du déterminisme technologique comme source de sous-emploi dans les PVD.

Je suggère donc une approche reliant le PT et les isoquants qui tienne compte des facteurs de comportement décrits précédemment, ces derniers étant sous-jacents au développement technologique. Je ne considérerai que la partie « Développement » (DEV) de la R & D et supposerai qu'il existe une somme de ressources pouvant s'exprimer en dollars (capital humain, capital physique, autres dépenses monétaires) associée à chaque procédé de production en opération. De plus, ces ressources sont spécifiquement vouées à l'invention ou au développement d'un procédé « supérieur ». Mais dans cette recherche, le point de mire n'est pas déterminé au hasard ; il est précisément centré sur le procédé actuellement en opération. Permettez-moi de laisser de côté l'important problème de la prévision ex ante des résultats du DEV⁷ et de postuler que pour chaque dollar dépensé nous nous déplaçons d'une certaine longueur dans chaque direction à partir de a : en d'autres termes, si le développement suit la direction de la flèche dans la figure 3 (orientée vers l'origine à

6. Par exemple, les tenants de longue date de l'énergie solaire qui ont été récemment « sortis de l'ombre et placés sur un piédestal », *New York Times*, dimanche, 21 septembre 1975, section 3, p. 1.

7. Dans un article récent, André Boyer et Kristian Palda, « Optimal Development Budgets Tied to the Marketing Mix », *R & D Management* ont suggéré que l'application de ceci aura lieu dans un avenir rapproché. Ils tentent de spécifier une « formule pour le niveau optimal de dépenses de développement alloués à l'amélioration continue de la ... qualité ». Ils ont posé l'hypothèse qu'il n'existait qu'une seule relation entre les dépenses de développement industriel consacrées à un produit et la qualité de ce produit (p. 7).

partir de a), une dépense de un dollar nous conduira au point Z ; si elle est orientée vers l'axe L , un dollar nous conduira au point Y , et ainsi de suite. Appelons le lieu de tous ces points représentant les résultats DEV associé à une dépense d'un dollar, la *courbe d'iso-développement* de a ⁸. Cette courbe signifie qu'un dollar dépensé en DEV sur la technique a donnera naissance en un certain point sur la courbe. La localisation exacte de ce point sera fonction d'une certaine combinaison de hasard (il est certainement impossible de contrôler l'orientation du DEV aussi étroitement que la flèche l'indique) et de l'orientation *ex ante* de l'effort de DEV.

Dans ce dernier cas on pourrait envisager par exemple, en exagérant un peu, quelque chose d'aussi simple qu'une commande d'un gérant capitaliste à une firme d'ingénieurs-conseils pour « une trappe à souris avec des lumières rouges et vertes contrôlées par électronique et ne requérant pas plus d'efforts musculaires à opérer que le SNAP-2 actuellement en opération ». Ou encore, quelque chose d'aussi complexe qu'un biais inconscient de la part des chercheurs qualifiant de « sans intérêt » toute possibilité qui n'utilise pas le dernier dispositif contrôlé par électronique décrit dans le volume 75, n° 4, de *The Mousetrap Engineer*.

Il ne serait pas approprié ici de discuter la question de la forme de la courbe d'iso-développement ; toutefois, signalons seulement qu'elle serait bombée dans le voisinage de la technique initiale, montrant ainsi, qu'il peut être plus facile de se déplacer dans la direction d'une technique similaire à a , vu qu'elle serait de même degré de mécanisation ou de capitalisation (exprimé en termes du rapport K/L). Nous supposons ici qu'un tel déplacement est plus facile à réaliser car il implique seulement la modification de a et non pas un nouveau départ qui pourrait être radical comme dans le cas des points X et T . Je considère que dans le contexte actuel c'est une question beaucoup moins importante que la suivante : comment devrait-on répartir les ressources totales allouées au DEV entre les différentes alternatives a , b et c ?

On peut tracer une courbe d'iso-développement pour chacune des techniques existantes a , b , c (figure 3). Si nous envisageons maintenant d'appliquer le DEV à travers toute l'étendue de l'isoquant, nous pouvons tracer pour chacune de ces courbes une courbe d'enveloppe (figure 4) des courbes individuelles. Elle représente la forme possible d'un nouvel isoquant sous les hypothèses sous-jacentes à chaque courbe ISO-DEV et sous l'hypothèse additionnelle que des montants égaux de fonds sont

8. Le concept revient à l'un de mes collègues de Queen's, R.G. Lipsey, qui a lancé l'idée d'une courbe d'Iso-R&D dans une série de notes non publiées sur le problème du chômage structurel dans les pays développés — un problème différent du nôtre, qui est celui du sous-emploi occasionné par la technologie dans les PVD. Je crois qu'il importe de distinguer Recherche et Développement car le premier n'est pas nécessairement sujet à la relation précédente de « concentration » ou de « procédé en opération ».

alloués au DEV pour chacune des alternatives a , b et c . Etant donné une distribution aussi égalitaire des efforts de développement des techniques nouvelles, il résulterait une courbe ISO-DEV *non biaisée* pour le secteur dans son ensemble (voir figure 4) et le nouvel isoquant se déplacerait simplement vers l'intérieur comme dans les situations néo-classiques. Si l'allocation des efforts de DEV favorisait les techniques à rapport K/L élevé tel que a et ignorait totalement les méthodes à intensité de travail du type c , le résultat serait une courbe ISO-DEV biaisée en faveur de K (figure 5). Finalement, la concentration des ressources de DEV sur des techniques à l'opposé de l'échelle du rapport K/L produirait une courbe ISO-DEV biaisée en faveur de L (figure 6).

La plupart des observations empiriques sur cette question permettraient sans doute de constater que la figure 5 reflète de très près la situation actuelle de l'économie mondiale : même si des techniques, telle que c , peuvent se retrouver dans les PVD et même si, en fait, elles y sont utilisées, puisque la plus grande partie des efforts de R & D sont effectuées dans les PD — environ 98% selon une estimation citée dans Morawetz ([6], p. 521) — il reste que dans ces pays l'attention sera dirigée sur les améliorations relatives aux techniques du type a . Il en est ainsi car les techniques du type a sont les seules à être utilisées dans les pays développés et parce que les coûts de main-d'œuvre dans ces pays créent des pressions en faveur des innovations tendant à utiliser moins de main-d'œuvre.

La demande de biens en capital de la part des PVD n'est pas très élevée au départ, et elle peut même s'exprimer comme demande pour les techniques à rapport K/L élevé, s'il existe des distorsions dans les prix des facteurs sous-évaluant le prix du capital par rapport au travail. J'ai discuté ailleurs [2] cette question et montré que les PVD connaissent souvent ce genre de distorsion.

Une tendance historique biaisée en faveur de K est à l'origine de la plupart des critiques à l'endroit du « modernisme » dans le développement. Ces critiques recommandent l'application « d'une technologie plus appropriée » dans les PVD. Pack et Todaro [7] ont été les premiers à énoncer ce point de vue visant à favoriser l'établissement d'industries domestiques productrices de biens en capital dans les PVD. Une approche quelque peu différente est celle des groupes ATI (Appropriate Technology Institutions) telle que décrite par Morawetz ([6], p. 521). Beaucoup de ces groupes sont paradoxalement localisés dans des PD — le « Intermediate Technology Development Group » à Londres, le « Science Policy Research Unit » à Sussex, le « ILO World Employment Program », etc. Toutefois, un certain nombre d'entre eux ont leurs assises dans les PVD : le « Indian ATDG » et le « Korean Institute of Science and Technology » en sont deux exemples parmi d'autres.

FIGURE 4

ISO-DEV NON BIAISÉ

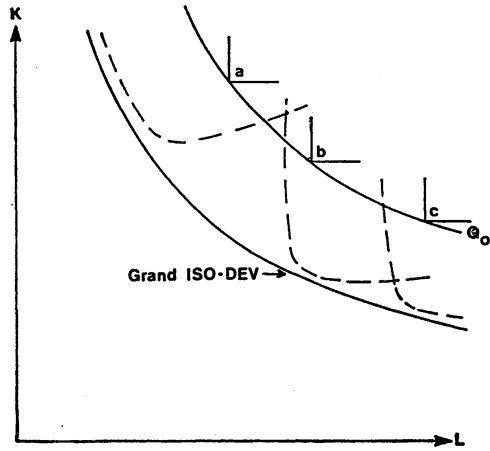


FIGURE 5

ISO-DEV BIAISÉ VERS K

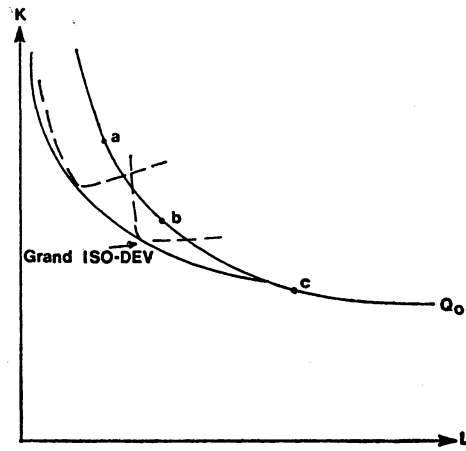
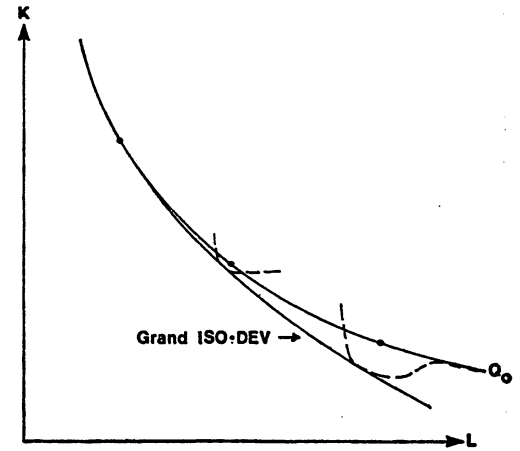


FIGURE 6

ISO-DEV BIAISÉ VERS L



Les divers groupes ATI ont en commun leur financement institutionnel ou public ; il semble que leur arrivée sur la scène relève d'un souci de faire contrepoids aux biais de l'entreprise privée et aux procédés de l'économie de marché déterminant une courbe ISO-DEV biaisée en faveur de K de la figure 5⁹. S'il est exact, en fait, que le progrès technique a traditionnellement affiché un tel biais, il serait bon de se demander si des réactions endogènes sont susceptibles de se manifester ou encore, s'il serait approprié de prôner des actions gouvernementales du genre de celles prônées par les groupes ATI afin de neutraliser cette tendance. En bref, quelle est la probabilité que le secteur privé de l'économie réponde au besoin apparent des PVD d'une orientation de la R & D vers des techniques plus intensives en travail ?

En premier lieu, se pose un problème de traduction de ce besoin dans un seul langage qui puisse être compris sur la place du marché : le prix des facteurs. Le « besoin » historique de technologies à intensité de capital dans les PD s'est traduit par un coût de main-d'œuvre élevé et par un coût du capital relativement peu élevé ; si les prix des facteurs souffrent de certaines distorsions dans les PVD alors, clairement, le besoin trouvera difficilement à s'exprimer. Il est donc nécessaire de s'assurer que le système de prix indique correctement aux producteurs de biens en capital — quelle que soit leur localisation — que la production à l'aide de technologies à intensité de travail est rentable.

Winston affirme que les données empiriques montrent à l'unanimité que l'utilisation de capital et de travail répond aux prix relatifs des facteurs » ([10], p. 146), et que les producteurs répondent favorablement à des besoins clairement exprimés en faveur de procédés à intensité moins forte de capital. Considérons le cas des véhicules à usage multiple, par exemple la Ford Fiera dans les Philippines, dont parle la Ford Motor Co. comme suit :

« Les études de Ford ont montré que le besoin de base de la région consistait en un véhicule peu dispendieux avec suffisamment de versatilité pour lui permettre d'aborder toutes sortes d'activités commerciales. Fiera a été développé à partir d'un seul concept pour le châssis ... produit avec un contenu élevé de matériel local et de main-d'œuvre ... nous croyons que Fiera constitue un avancement significatif permettant de répondre adéquatement aux besoins urgents des PVD en matière de transport ; Fiera contribue aussi à accroître l'emploi. » ([1], p. 102)

La plupart des citoyens du monde ne voudraient pas présumer des intentions altruistes de Ford, encore moins les pauvres des PVD. On peut donc tenter d'épurer la citation précédente et conclure que Ford ne cherchait pas en premier lieu à rendre moins pénible le problème du

9. Je reconnais que la plus grande partie de la R & D dans les PD est subventionnée par le gouvernement ou, à tout le moins, influencée par les agences gouvernementales mais ceci ne la rend pas moins biaisée en faveur du capital.

sous-emploi. Il s'agissait plutôt d'une réaction traditionnelle basée sur des possibilités de profits mises à jour dans les études de Ford, et réalisables à travers la production de véhicules d'un type beaucoup plus simple et beaucoup plus « approprié » que ceux produits à Détroit¹⁰.

L'évidence actuelle permet de croire que les firmes multinationales ne s'adaptent à la dotation en main-d'œuvre particulière de leur pays hôte que parce qu'il serait *trop coûteux* de faire autrement. Divers éléments militent contre une plus grande adaptation de leur part dont, les coûts élevés de la main-d'œuvre, les pénuries de main-d'œuvre spécialisée, les spécifications restreintes sur les produits, etc. (Voir par exemple Mason [5] et Tsurumi [9]). Ceci implique que les firmes étrangères ne s'adaptent pas, car il n'est pas rentable de le faire, et non pas parce qu'elles sont complètement insensibles aux techniques à forte intensité de travail. Dans la mesure où un tel comportement prévaut dans les PVD, une politique de lutte contre le sous-emploi, devrait comporter non seulement des stimulants du développement technologique à intensité de travail, mais également des mesures permettant de supprimer les barrières à l'adoption rationnelle de telles techniques par les entrepreneurs.

Cette discussion du comportement dans le secteur privé ne s'inscrit pas contre l'action des groupes ATI favorisant les technologies du type *c* des courbes ISO-DEV des figures 2 et 5, mais cherche à montrer que si le besoin de PT du type « économie de capital » ou « basse technique » est suffisamment fort, le secteur privé devrait être incité à contribuer au processus conjointement avec les groupes ATI. Les responsables de la politique pourront en fait utiliser divers types d'incitations directes pour le secteur privé, tels les subventions à la R & D, la persuasion morale et même, des récompenses publiques pour les « designs » industriels économiquement efficaces et à intensité de travail tels les « designs » architecturaux¹¹. Toutefois, afin de rendre de telles politiques efficaces pour susciter de nouveaux développements à intensité de travail, les responsables des politiques devront considérer explicitement l'existence de toute distorsion dans les prix des facteurs susceptible d'opérer en sens inverse, et agir de façon à harmoniser ces influences contradictoires.

IV. Conclusion

Je me suis intéressé dans cet article au problème du sous-emploi de la main-d'œuvre dans les PVD, et plus particulièrement à la manière dont il

10. Mais pas nécessairement plus appropriés que ceux de Wolfsburg. Si je peux me permettre un peu d'empirisme pour mettre en relief le point, il est possible que Ford n'ait pas été la première « firme à la recherche de profits » à avoir reconnu ce besoin car il semble qu'il ait été appliqué depuis fort longtemps par les producteurs de la camionnette « tous usages » de Volkswagen.

11. Tel que le suggèrent les conclusions de [3]. Kennedy et Thirwall notent que Polanyi suggéra, il y a longtemps déjà, la remise de récompenses publiques pour les innovations au lieu de la garantie d'un droit d'auteur [4], p. 55.

est affecté par la nature et l'orientation du progrès technique en réexaminant un argument de l'école de pensée du déterminisme technologique, c'est-à-dire que la cause du problème est la limitation des choix dans la production résultant de l'orientation historique du PT vers des techniques tendant à utiliser moins de travail. La question peut être reformulée de la façon suivante : Quel est l'effet du progrès technique sur la substitution des facteurs ?

J'ai soutenu que la mesure de l'élasticité de substitution (σ) n'est pas aussi utile que la mesure de l'étendue de substitution (ξ), définie comme le rapport de la différence dans les proportions de facteurs des extrêmes du « champ économique », par rapport à la technique la plus intensive en capital. De plus, j'ai suggéré que le développement de nouvelles techniques s'analyse mieux en termes des procédés individuels qui forment un isoquant qu'en termes de l'isoquant dans son entier, une construction utile mais artificielle.

La classification traditionnelle des isoquants donnée par les catégories, Hicks-neutre, « Economie de main-d'œuvre » et « Economie de capital » ne clarifie pas suffisamment le problème de la substituabilité. Je suggère une classification différente basée sur deux critères : les techniques nouvelles dominent-elles les plus anciennes, pleinement, partiellement ou pas du tout ? ; et comment les techniques nouvelles affectent-elles les lignes des contours de la carte d'isoquants ? Ces critères ont été traduits en une classification à huit composantes des nouveaux développements techniques. Seuls les développements rendant les lignes de contours à intensité de travail moins intensives en travail et ceux qui dominent tous les procédés précédents avec un rapport K/L élevé, ont été qualifiés de nuisibles à la recherche d'une solution au problème du sous-emploi en PVD. Mais ce ne sont pas les types de PT « à rapport capital-production constant et capital-travail croissant » (Harrod-Neutre) que les tenants de l'école du déterminisme technologique favorisent lorsqu'ils tentent d'expliquer les tendances historiques.

Néanmoins, si certaines limitations technologiques existent, occasionnant le non-emploi d'une partie de la main-d'œuvre, un PVD devrait considérer toute politique pouvant stimuler le développement technologique dans le sens de procédés de production plus intensifs en travail (et plus efficaces). La détermination des politiques appropriées nécessite en premier l'étude du processus de développement technique. Le développement technique ou la découverte de procédés nouveaux peuvent être caractérisés de la façon suivante : certaines dépenses monétaires sont nécessaires — même pour mettre au point un procédé n'étant pas actuellement en opération mais basé sur des idées et des possibilités bien connues (c'est-à-dire, dans ce dernier cas, en rejetant l'idée de bibliothèques de techniques sous-tendant l'isoquant néo-classique) ; le déroulement des opérations est contenu dans une zone limitée de possibilités de combi-

naisons capital-travail ; la mise au point de nouveaux procédés n'est jamais indépendante des techniques actuellement en opération et peut souvent tirer son origine d'un procédé donné lorsque l'objectif est l'amélioration.

Les implications en termes de politiques pour un PVD sont de déterminer clairement les orientations que devraient prendre les développements technologiques (en fait, les déplacements d'isoquants) à l'aide de critères tels que ceux discutés ici ou tous autres critères appropriés, et ensuite de mettre en œuvre les politiques permettant de stimuler le développement. Les politiques de ce type les plus évidentes sont le financement direct de la R & D orientée vers les procédés à intensité de travail. Plus généralement, le financement des groupes ATI est clairement une politique de ce type car il met l'accent sur l'utilisation des technologies existantes à intensité de travail comme « tremplin » de développements nouveaux. On peut ajouter les récompenses publiques pour le développement de technologies tendant à utiliser moins de capital, comme politique complémentaire à l'octroi de subventions à une R & D correctement orientée. Des politiques de stimulants aux industries domestiques de biens en capital contribuent aussi à réaliser cet objectif, si les considérations de rentabilité du secteur privé ne favorisent pas davantage l'utilisation des procédés à intensité de capital.

En fait, la nécessité de maintenir le prix du facteur travail relativement bas est une politique d'accompagnement nécessaire dans l'ensemble des politiques d'incitation directe aux développements techniques à intensité de travail. Bien que les prix des facteurs « importent peu » lorsque le déterminisme technologique prévaut, si des politiques pour développer des techniques nouvelles sont mises en œuvre avec succès, nous nous retrouvons dans une situation où les prix des facteurs sont importants et les efforts de tels développements pourront échouer s'il n'y a pas d'incitation fondamentale à l'utilisation de procédés à intensité de travail. Nous pourrions même avancer que dans une situation où les prix des facteurs sont perturbés et qu'ils sous-évaluent le prix du capital, la correction de ces déséquilibres pourrait être non seulement une condition nécessaire à l'application de nouvelles techniques à intensité de travail mais également une condition suffisante pour leur développement.

Oli HAWRYLYSHYN,
Université Queen's.

RÉFÉRENCES

- [1] FORD MOTOR CO., « Marketing the FIERA », News Release, le mercredi 24 mai 1972, Dearborn, Mich.
- [2] HAWRYLYSHYN, OLI, « The Causes of Underemployment in Developing Economies : A Micro-Analytic Clarification », Discussion Papers 173, 174, 175, Institute of Economic Research, Queen's University, mai 1975.
- [3] ———, « Biases Towards Capital-Intense Techniques and The Employment Problem in LDC's », Discussion Paper No. 187, Institute of Economic Research, Queen's University, septembre 1975.
- [4] KENNEDY, CHARLES et A.P. THIRLWALL, « Surveys in Applied Economics : Technical Progress », *Economic Journal*, mars 1972, pp. 10-63.
- [5] MASON, R. HALL, « Some Observations on the Choice of Technology by Multinational Firms in Developing Countries », *Review of Economics and Statistics*, août 1973, pp. 349-355.
- [6] MORAWETZ, DAVID, « Employment Implications of Industrialization in Developing Countries : A Survey », *The Economic Journal*, septembre 1974, pp. 491-542.
- [7] PACK, HOWARD et MICHAEL TODARO, « Technological Transfer, Labour Absorption, and Economic Development », *Oxford Economic Papers*, novembre 1969, pp. 395-403.
- [8] STEWART, FRANCES, « Choice of Techniques in Developing Countries », *Journal of Development Studies*, octobre 1972, pp. 99-119.
- [9] TSURUMI, YOSHIHIRO, « Japanese Direct Investment in Indonesia », Harvard Business School Paper, avril 1973.
- [10] WINSTON, GORDON C., « Factor Substitution, Ex Ante and Ex Post », *Journal of Development Economics*, n° 1, 1974, pp. 145-163.