L'Actualité économique

Réflexions sur les économies d'échelle - 1

Claude Germain

Volume 43, Number 4, January–March 1968

URI: https://id.erudit.org/iderudit/1003093ar
DOI: https://doi.org/10.7202/1003093ar

See table of contents

Publisher(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (print)
1710-3991 (digital)

Explore this journal

Cite this article

Germain, C. (1968). Réflexions sur les économies d'échelle - 1. *L'Actualité économique*, *43*(4), 696–714. https://doi.org/10.7202/1003093ar

Réflexions sur les économies d'échelle - 1

> « *The rarest kind of discovery : that of the already known.* »
>
> Leslie Stephen sur Bagehot

Cet article veut replacer dans son cadre théorique un problème d'une grande importance pratique. Après avoir donné un aperçu des multiples problèmes où la question des économies d'échelle est importante, nous allons traiter tour à tour, des difficultés conceptuelles, de la place du temps dans l'analyse, de la dérivation de la courbe des coûts à partir du sentier d'expansion, et enfin de la justification théorique de l'existence d'économies d'échelle. Dans un prochain article, nous traiterons des problèmes de mesure rencontrés dans l'analyse empirique.

1. Au premier plan des problèmes apparaît l'évolution de la structure et de l'organisation industrielles d'une économie. La recherche des économies d'échelle ou de dimension (nous préciserons ces termes plus loin) est un motif, parmi d'autres, de croissance des entreprises, et un motif de concentration. On peut résumer, à l'aide du schéma suivant, la façon dont le phénomène de la concentration est apparu historiquement avec toutes les ramifications que nous savons.

Le développement des marchés qui a permis les économies d'échelle, constitue en même temps leur principale limite ; selon l'expression célèbre d'Adam Smith : « *The division of labor is limited by the extent of the market* » [1]. Le schéma présenté ici nous

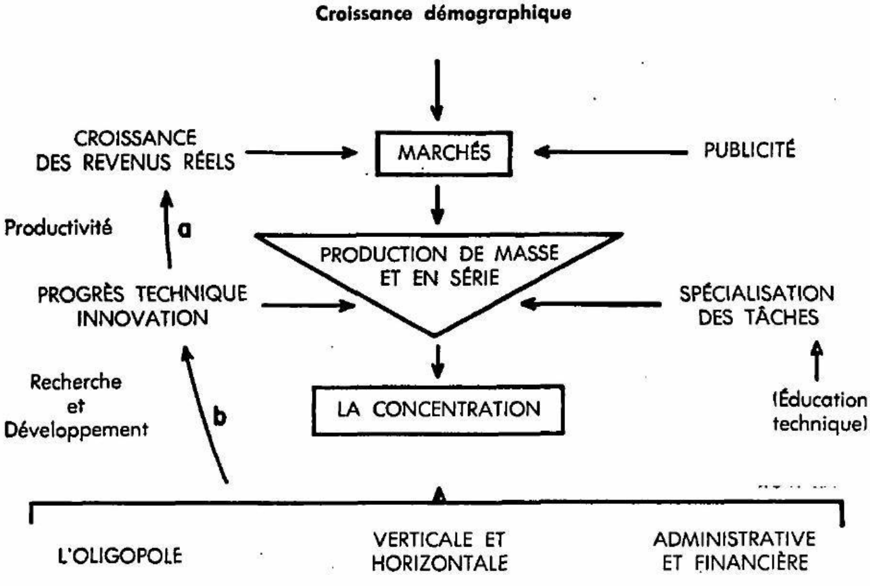
1. Cf. George Stigler, « The Division of Labor is Limited by the Extent of the Market », *Journal of Political Economy*, juin 1951.

épargnera de longs commentaires. Remarquons, cependant, deux relations auxquelles nous attachons beaucoup d'importance :

a) L'oligopole, forme moderne de la concentration, influence le progrès technique par le biais de sa fonction recherche et développement. Ce progrès technique porte à la fois sur les méthodes et sur les produits. Les inventions et découvertes ne tombent pas du ciel. Elles sont, en partie, produites en laboratoires [2].

b) Le progrès technique à son tour, par la croissance de la productivité, permet la croissance des revenus réels qui assure le développement des marchés nécessaires à la production à grande échelle. Ainsi, le cercle est complet. Il y aurait lieu de fouiller la nature exacte de ces deux types de liaisons pour déterminer la façon dont elles s'entretiennent pour assurer la survie de l'oligopole.

2. Immédiatement rattachées au nombre d'entreprises qui peuvent se partager un marché donné, se trouvent les questions de la croissance de la firme, de ses dimensions optimales et de la coexistence des petites entreprises à l'ombre des géants dans un secteur indus-



2. Voir les études de John Jewkes, David Sawers et Richard Stillerman, *The Sources of Invention*, London, Macmillan & Co., 1958, pp. 238-60 ; et aussi Jacob Schmookler, *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press, 1966, pp. 204-209. Voir aussi l'ouvrage récent de R.R. Nelson, M.J. Peck et E.D. Kalachek, *Technology, Economic Growth and Public Policy*, The Brookings Institution, 1967.

triel donné [3]. Certaines entreprises croissent par expansion interne, d'autres par fusion et amalgamation. S'il y a une limite à cette expansion au-delà de laquelle la firme fait face à des déséconomies substantielles, l'analyse de ces économies négatives ouvre tout un champ d'investigation empirique. Edith Penrose [4] a introduit un certain nombre de distinctions utiles à ce sujet.

3. Sur le plan de la politique économique, en particulier de la législation sur les monopoles, il est certain qu'aucune prescription ne peut être formulée sans une connaissance factuelle approfondie des économies d'échelle, avantage indéniable de la concentration. (Le conflit entre l'efficacité observée de la très grande entreprise et les vertus théoriques de la concurrence pure conduit à certaines contradictions). À ce propos, J.K. Galbraith a souligné récemment ce paradoxe de la loi anti-trust américaine qui accepte l'oligopole déjà établi, tout en condamnant le processus de concentration [5].

4. Dans le domaine de l'agriculture, la question de la dimension optimale des fermes est très importante. Très peu de recherches empiriques existent sur cette question capitale. On affirme, par exemple, qu'il existe au Québec beaucoup trop de petites fermes, de petits troupeaux de bétail, de petites cultures. Il y aurait donc lieu parfois de regrouper les fermes, d'éliminer les clôtures et les querelles qui s'y rattachent, pour pratiquer l'élevage sur une base industrielle [6].

5. Aussi, le problème des économies d'échelle a-t-il des incidences sur la planification industrielle dans les pays en voie de développement, et sur le problème de la croissance équilibrée, en ce sens que pour bénéficier pleinement des économies d'échelle, ces pays peuvent être obligés d'abandonner l'objectif d'une croissance équilibrée, au moins temporairement.

3. Ces questions ont été traitées par Louis Reboud, dans un numéro antérieur. Voir *L'Actualité Économique*, octobre-décembre 1966.

4. *The Theory of the Growth of the Firm*, John Wiley, 1959.

5. John Kenneth Galbraith, *The New Industrial State*, Houghton Mifflin Co., Boston, 1967, pp. 186-187.

6. *Resource Productivity, Returns to Scale and Farm Size*, Earl O. Heady et autres, Iowa State College Press, 1956, et Jawetz, M.B., *Farm Size, Farming Intensity and Input Output Relationships of Some Welsh Dairy Farms*, University College of Wales, Aberystwyth, 1957. Voir enfin la bibliographie au chapitre 6 du livre de Ph. Mainie : *Calcul économique en Agriculture*, Dunod, Paris, 1965.

Par ailleurs, l'erreur à éviter consisterait à transplanter, dans certains pays, des technologies conçues dans les pays fortement industrialisés et à haut niveau de vie pour produire à grande échelle à l'aide de méthodes hautement capitalistiques. La dimension restreinte des marchés dans les pays en voie de développement interdit ce genre de transposition [7]. Notons en passant, que même si la dimension du marché était suffisante, les méthodes de production à grande échelle ne seraient pas toujours possibles, car la division du travail est aussi limitée par le degré d'assimilation du progrès technique, qui dépend, à son tour, du niveau d'éducation technique de la main-d'œuvre. Particulièrement importantes ici sont donc les études sur les avantages comparés de la grande et de la petite manufacture [8].

6. Enfin, dans le domaine des relations internationales, le problème des réductions tarifaires et même de la suppression des droits de douanes et de la création de zones de libre-échange [9] touche de façon directe à la réalisation d'économies d'échelle sur des produits plus spécialisés ouverts à des marchés plus grands. Parmi ceux qui ont contribué à l'étude de cet aspect du problème, citons Tibor Scitovsky [10] pour l'exemple européen, et Edward English pour l'exemple canadien [11]. Notons que le Conseil économique du Canada consacre tout un chapitre sur les problèmes d'échelle et de spécialisation dans son *Quatrième Exposé annuel* [12]. Le problème fondamental pour plusieurs entreprises canadiennes semble être celui d'une trop grande diversification des produits : d'une part, le marché relativement restreint ne permet pas une production à grande échelle, d'autre part, les exigences de la concurrence forcent l'entreprise à offrir toute une gamme de produits. En conséquence,

7. Voir Ragnar Nurkse, *Problems of Capital Formation in Underdeveloped Countries*, a Galaxy Book, Oxford University Press, N.Y., 1967, pp. 17-25.

8. Voir à ce sujet, Eugene Staley et Richard Morse, *Modern Small Industry for Developing Countries*, McGraw-Hill Book Co., N.Y., 1965.

9. Voir le chapitre 6 de Bela Balassa, *The Theory of Economic Integration*, Richard D. Irwin, 1961.

10. Tibor Scitovsky, *Economic Theory and Western European Integration*, George Allen & Irwin, London, 1958 et 1962.

11. Edward English, *Industrial Structure in Canada's International Competitive Position*, Private Planning Association of Canada, juin 1964. Sur cette question, l'ouvrage des frères Wonnacott, *Free Trade between the United States & Canada* » apporte peu de considérations nouvelles.

12. L'étude no 21 du personnel du Conseil rédigée par D.J. Daly, B.A. Keys et E.J. Spence n'est pas encore disponible.

la firme est obligée de disperser ses efforts sur plusieurs types de biens produits en petites séries [13] ce qui signifie des coûts moyens de production relativement élevés.

Des solutions ont été proposées pour pallier cet inconvénient ; mais des monographies d'entreprises et d'industries seraient souhaitables pour éviter toute généralisation ou toute affirmation dogmatique.

*

* *

Après ce tour d'horizon des problèmes, nous allons établir quelques distinctions d'ordre terminologique [14].

Nous aborderons tout d'abord la notion d'échelle de production. Dans le langage courant, le terme échelle de production est souvent synonyme de volume de production tout court. Dans les exposés théoriques cependant, on prend soin de lui donner un sens plus précis qui nous permet de distinguer entre deux phénomènes de la production : la loi des rendements marginaux décroissants, parfois désignée en anglais sous le nom de *Law of variable proportions*, et le comportement des rendements moyens lorsque l'échelle de production varie. L'échelle de production indique alors le niveau d'activité auquel un certain procédé de fabrication est appliqué. On dira qu'une certaine méthode de fabrication de la bière, par exemple, est conduite à petite échelle ou à grande échelle. Pour comparer l'efficacité de la méthode à différentes « échelles » et pour attribuer les différences de productivité au seul changement de l'échelle, *il faut que les rapports entre les facteurs de production demeurent constants*. Si ces rapports varient d'un niveau d'échelle à l'autre, la méthode de production n'est plus la même par définition. Pour que les rapports entre tous les facteurs soient les mêmes, on doit donc admettre que tous les facteurs ont été multipliés par un même nombre que nous appellerons λ. Lambda

13. Parfois désignées « courses de production », à partir de l'anglais *production runs*.

14. Cette section suppose un minimum de connaissance sur l'analyse élémentaire de la production, et nous renvoyons le lecteur non initié au chapitre de Kenneth Boulding sur cette question dans *Economist Analysis*.

Disons seulement que le terme « économies » est ici synonyme de réductions de coûts unitaires, et le terme « échelle » est explicité dans le texte.

est donc un scalaire qui sert aussi à désigner l'échelle ou le niveau d'activité auquel on opère. Soit v_i une quantité quelconque d'un facteur de production i et désignons par $\overline{v}_i$ la quantité initiale utilisée de ce facteur variable. Lambda est défini de la façon suivante :

$$\lambda = \frac{v_i}{\overline{v}_i} \qquad (i = 1, \ldots, n)$$

Un niveau d'activité ne changeant pas si on multiplie tous les facteurs par 1, on peut donc définir le niveau initial $\overline{\lambda}$ comme étant la combinaison de facteurs $(\overline{v}_1, \overline{v}_2, \ldots, \overline{v}_n)$ pour laquelle $\overline{\lambda} = 1$. À ce niveau, on obtiendra par exemple 50 barils de bière. La question est de savoir combien de barils nous obtiendrons avec $\lambda = 4$, par exemple. Si on obtient juste 200 barils, on dira que les *rendements à l'échelle* sont constants. Si on obtient 300 barils, on dira que les rendements à l'échelle sont croissants.

Voilà pour les rendements physiques. Quand on parle *d'économies d'échelle*, on fait entrer en ligne de compte le prix des facteurs, et on considère les *réductions de coûts moyens en termes monétaires*. Mais en passant aux coûts monétaires, une restriction additionnelle est ajoutée : on ne compare les situations de coût à différentes « échelles » que le long du sentier d'expansion, c'est-à-dire dans des situations optimales. Deux cas sont alors possibles ; gardons les rapports de prix constants entre les facteurs, et considérons toutes les combinaisons de facteurs le long du sentier d'expansion :

1. Si ces rapports ne varient pas, il n'y a pas de difficultés : le sentier d'expansion est une droite, comme au graphique 1 (a). Notons que c'est le cas pour toutes les fonctions homogènes quel que soit le degré d'homogénéité, c'est-à-dire quel que soit l'état des rendements à l'échelle. À ce moment, nous pouvons parler d'économies d'échelle au sens strict. En effet, la seule raison ou la seule cause qui peut expliquer les variations de rendements et de coûts est une variation de l'échelle proprement dite, c'est-à-dire une variation dans le niveau d'activité où seules les quantités absolues des facteurs sont changées, sans que leurs rapports soient modifiés.

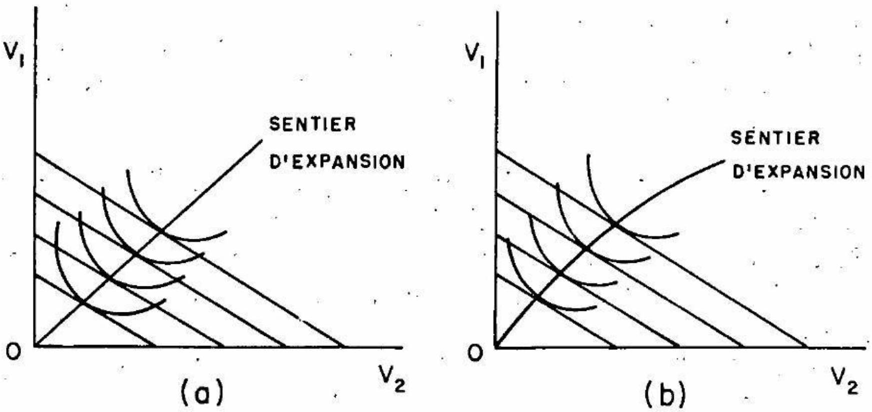
2. Si les rapports entre les facteurs varient en tous points de ce sentier d'expansion, c'est-à-dire si ce sentier est courbe

dans le champ factoriel $v_1 0 v_2$, il faut faire une distinction analytique entre ce qui est dû au fait que l'échelle s'est accrue dans cette région de la fonction (c'est-à-dire étudier les rendements à l'échelle), et ce qui est dû au fait que les rapports entre les facteurs varient. Nous prendrons soin de parler dans ce cas d'économies de dimension (c'est le cas du graphique 1 (b). Si les économies résultent d'une double influence, il reste à savoir, en pratique, si on est capable d'isoler l'une de l'autre.

Le concept d'économies de dimension est donc moins restrictif. Il est indéniable, en effet, que la dimension (grandeur mesurée par la capacité productive) d'une usine ou d'une entreprise peut être variable sans que tous les facteurs soient modifiés dans la même proportion [15]. Le cas le plus fréquent est sans doute celui où l'intensité capitalistique s'accroît avec la dimension, c'est-à-dire où le capital s'accroît plus que proportionnellement au travail.

Ces observations ne sont en définitive que des précisions de langage. Elles ont l'avantage de conserver au mot « échelle » le sens strict qu'il possède dans les formulations théoriques ortho-

Graphique 1



15. Notre distinction est différente de celle d'Edith Penrose, *The Theory of the Growth of the Firm*, *op. cit.*, p. 96. Cet auteur tout en réservant le terme économies de production à grande échelle pour décrire les économies d'une même firme produisant un seul produit tantôt en petite et tantôt en grande quantité, forge un nouveau concept lorsqu'il s'agit de comparer le coût moyen d'un *output* additionnel entre deux firmes. Si le coût est moindre dans une grande firme que dans une petite, où seule la taille varie, le produit étant le même, alors il s'agit « d'économies de taille » (*economies of size*).

doxes, sens qu'il possède aussi dans le langage des ingénieurs, lesquels ont leur mot à dire dans les phénomènes de production. Nous croyons que ces précisions de langage ne peuvent que faciliter la communication entre les économistes et les spécialistes d'autres disciplines.

On remarquera que nous n'avons encore rien dit quant au court terme et au long terme. L'analyse de la production au niveau des manuels est essentiellement statique, et l'analyse des coûts qui s'y rattache est également statique. À ce propos, le terme « expansion » dans le concept du sentier d'expansion est mal choisi puisqu'il possède une connotation dynamique apte à nous induire en erreur sur la nature du sentier : la firme ne va pas croître le long du sentier d'expansion. Le but ultime de ces analyses est la dérivation de la courbe d'offre de la firme et de l'industrie et la rationalisation ou la justification de leurs propriétés dans différentes situations. Cela ne signifie pas que le temps soit totalement absent de l'analyse au niveau statique. En réalité, il s'y introduit de deux façons : l'une acceptable, l'autre moins.

Tout d'abord, le temps est présent dans la dimension des variables utilisées : les quantités de facteurs et de produits sont des flux par unité de temps. Si un isoquant ou isoproduit porte la mention « 50 unités du bien X », on doit préciser, pour que cela ait un sens, s'il s'agit de 50 unités par jour, par mois ou par année. De même, les facteurs utilisés ne sont pas 30 hommes, ou 3 machines, mais 30 hommes/heure ou 30 hommes/année d'une part, et 3 machines/heure ou 3 machines/année.

En second lieu, le court terme est défini comme une période de temps suffisamment courte pour que certains facteurs soient considérés comme fixes, c'est-à-dire dont la quantité ne saurait être accrue au cours de la *période de production*. Ces facteurs fixes comprennent en général l'usine ou l'établissement manufacturier, et les machines et l'équipement lourd qui s'y rattachent. Le long terme est défini comme une période suffisamment longue pour que tous les facteurs soient variables y compris la dimension des usines et de la firme. Évidemment, il faut étudier chaque cas en particulier. En ce qui nous concerne, les économies d'échelle et de dimension étant définies comme les économies réalisables lorsque *tous les facteurs varient* (dans un même rapport ou non), on devrait conclure que seul le contexte du long terme est applicable ici. La difficulté à laquelle on se heurte est alors la suivante : on ne sait plus si le raisonnement vaut pour les rendements à l'échelle à l'intérieur d'une fonction de production inchangée, ou s'il s'applique au contraire à l'évolution des rendements dans le temps d'une fonction de production à une autre. Car il ne fait aucun doute que le progrès technique entraîne, avec le temps, un déplacement de la surface de production, et que les raisonnements à long terme ne peuvent supposer, d'une part, que le capital peut être augmenté et que les dimensions d'une usine peuvent s'accroître, et d'autre part, que la fonction de production reste inchangée. En réalité, lorsque la firme fait face à une *nouvelle période de planning,* où toutes ses décisions antérieures sont sujettes à une révision globable (y compris celle de rester en affaire ou de se retirer sans perte, le capital étant complètement amorti), les nouvelles options qui s'offrent à elles à ce moment, ne sont plus celles que pouvait décrire une fonction de production tracée il y a 20 ans. Non ; à moins d'être situé dans une économie parfaitement stationnaire, il faut faire une différence entre fonction de production et fonction de progrès technique, ou encore dynamiser la fonction de production en y introduisant un *trend* temporel explicite. Cette distinction est faite par plusieurs auteurs, dans le domaine des modèles de croissance [16]. Quoi qu'il en soit, nous croyons que l'on peut attribuer un sens à une variation de l'échelle à l'intérieur d'une même fonction de production. Et pour cela, il n'est pas nécessaire de faire intervenir le long terme, et le passage du temps. Il suffit d'observer que la fonction décrite dans un état donné des connaissances techniques, permet quand même des choix multiples non seulement quant aux méthodes, mais aussi quant au niveau d'activité de chacune de ces méthodes. Si l'on veut ajouter un brin de réalisme à l'analyse, on supposera seulement que *les combinaisons de facteurs qui correspondent à une production à petite échelle (au sens courant de faible volume de production) seront rarement*

16. Voir, en particulier, Robert M. Solow, « Technical Change and the Aggregate Production Function », *Review of Economics and Statistics,* août 1957, et J. Black « The Technical Progress Function, and the Production Function », *Economica,* mai 1962.

les mêmes que celles qui conviennent à une production à grande échelle (production de masse) [17].

Cette dernière observation pose en réalité le problème de la possibilité de parler sans ambiguïté de l'augmentation d'un facteur tel que le capital, et de la substitution du « capital » au travail : ce que l'on substitue à la main-d'œuvre ce n'est pas plus d'unités de capital d'un même type, mais un capital de nature différente. Cette constatation a secoué vigoureusement toute la structure de la théorie de la production. Il en va toujours ainsi lorsqu'on s'efforce de rendre opérationnels, c'est-à-dire mesurables, des concepts abstraits [18]. Toutefois, nous laisserons cette objection en suspens pour revenir au centre de notre sujet.

Nous allons maintenant formaliser la relation entre rendements à l'échelle et coûts moyens de production. Ceci revient à dériver la courbe des coûts à partir du sentier d'expansion. Nous ne considérons que des facteurs variables, en nous limitant à deux pour fins d'exposition.

Soit
$$x = f(v_1,\ v_2) \tag{1}$$

notre fonction de production, où x est le taux de production par unité de temps et v_1 et v_2 les quantités de facteurs utilisés.

Soit
$$C = P_1 v_1 + P_2 v_2 \tag{2}$$

la fonction de coût total où P_1 et P_2 sont les prix fixes des facteurs variables v_1 et v_2.

Nous savons que le sentier d'expansion est le lieu de tous les points où le coût total est minimal pour chaque niveau de production, ou inversement, où la production est maximale pour un coût donné constant. Géométriquement, au point de tangence entre la droite d'isocoût et la courbe d'isoproduit, le rapport des prix

---

17. Dans la pratique, le nombre des techniques disponibles est limité, et elles sont de nature très différente. Parmi les travaux empiriques récents sur l'examen des méthodes de production, mentionnons l'ouvrage de G.K. Boon, *Economic Choice of Human and Physical Factors in Production*, North-Holland Company, 1964.

18. Voir Joan Robinson, « The Production Function and the Theory of Capital », *Review of Economic Studies*, 1953-54.

des facteurs est égal au taux marginal de substitution, ce qui s'écrit :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{f'_{v1}}{f'_{v2}}$$

$$\text{où } f'_v = \frac{\partial x}{\partial v_1} \text{ et } f'_{v2} = \frac{\partial x}{\partial v_2} \tag{3}$$

Ce même résultat est obtenu par l'usage de la technique du multiplicateur de Lagrange. Le problème est alors de *minimiser le coût total* étant donné un niveau de production constant que nous désignerons $\bar{x}$. On forme une nouvelle expression où apparaît le coût total que l'on veut minimiser, plus un terme : $-\mu[f(v_1, v_2) - \bar{x}]$; on obtient une fonction de v_1, v_2 et μ :

$$Z = P_1 v_1 + P_2 v_2 - \mu[f(v_1, v_2) - \bar{x}] \tag{4}$$

Dans cette expression μ est un multiplicateur de Lagrange dont la valeur et la signification économique restent à déterminer. On montre que les valeurs de v_1 et v_2 qui minimisent Z sont aussi celles qui minimisent le coût total sujet à la contrainte de production. Les conditions du premier ordre pour un minimum sont que les dérivées de Z par rapport à v_1, v_2 et μ doivent être nulles. On a donc :

$$\frac{\partial z}{\partial v_1} = P_1 - \mu f'_{v_1} = 0 \tag{5}$$

$$\frac{\partial z}{\partial v_2} = P_2 - \mu f'_{v_2} = 0 \tag{6}$$

$$\frac{\partial z}{\partial \mu} = f(v_1, v_2) - \bar{x} = 0 \tag{7}$$

La solution de ce système de trois équations nous donne les valeurs de v_1, v_2 et μ que l'on recherche.

On observera que (7) nous indique que la contrainte de production est effectivement respectée. On tire de (5) et (6) une valeur pour μ :

$$\mu = \frac{P_1}{f'_{v_1}} = \frac{P_2}{f'_{v_2}} \tag{8}$$

On voit que μ est l'expression de la proportionnalité entre les prix et les productivités marginales des facteurs. On peut dire également que μ est égal au coût marginal de la production pour une variation partielle du facteur v_1 ; en effet, celui-ci se définit comme suit :

$$\frac{\text{Accroissement du coût total}}{\text{Accroissement de la production}} = \frac{\text{Acc. de } v_1}{\text{Acc. de } x} \cdot P_1 = \frac{P_1}{f'_{v_1}}$$

Le long du sentier d'expansion, ces coûts marginaux partiels sont tous égaux. Par ailleurs, le coût marginal pour des variations dans tous les facteurs est :

$$\frac{dC}{dx} = P_1 \frac{dv_1}{dx} + P_2 \frac{dv_2}{dx} \tag{9}$$

En remplaçant P_1 et P_2 dans (9) par leurs valeurs trouvées en (8) on obtient :

$$\frac{dC}{dx} = \mu \left[\frac{f'_{v_1} dv_1 + f'_{v_2} dv_2}{dx} \right] \tag{10}$$

Or en différentiant (1) totalement, on a bien :

$$dx = f'_{v_1} dv_1 + f'_{v_2} dv_2 \tag{11}$$

D'où, en substituant (11) dans (10) on a :

$$\frac{dC}{dx} = \mu \left[\frac{dx}{dx} \right] = \mu \tag{12}$$

ce résultat vaut le long du sentier d'expansion.

Revenant à notre problème initial, substituons P_1 et P_2 dans l'équation du coût total (2) par leurs valeurs obtenues en (8) ; nous aurons :

$$C = P_1 v_1 + P_2 v_2 = \mu \left[v_1 \frac{\partial x}{\partial v_1} + v_2 \frac{\partial x}{\partial v_2} \right] \tag{13}$$

Pour simplifier ce résultat qui vaut le long du sentier d'expansion, nous allons utiliser le théorème de Wicksell-Johnson que nous démontrons ici :

La différentielle totale de notre fonction de production (1) est :

$$dx = \frac{\partial x}{\partial v_1} \cdot dv_1 + \frac{\partial x}{\partial v_2} \cdot dv_2 \tag{14}$$

Ce qui peut s'écrire aussi :

$$dx = \frac{\partial x}{\partial v_1} \cdot \frac{dv_1}{v_1} \cdot v_1 + \frac{\partial x}{\partial v_2} \cdot \frac{dv_2}{v_2} \cdot v_2$$

Si tous les facteurs sont accrus dans un même rapport λ, on a :

$$\frac{dv_1}{v_1} = \frac{dv_2}{v_2} = \frac{d\lambda}{\lambda}$$

Dans ce cas on peut écrire (14) comme suit :

$$dx = \frac{d\lambda}{\lambda}\left[v_1 \frac{\partial x}{\partial v_1} + v_2 \frac{\partial x}{\partial v_2} \right] \tag{15}$$

Or l'élasticité de la production par rapport à l'échelle se définit comme :

$$\varepsilon = \frac{\frac{dx}{x}}{\frac{d\lambda}{\lambda}} = \frac{dx}{x} \cdot \frac{\lambda}{d\lambda}$$

(15) devient alors :

$$x \cdot \frac{dx}{x} \cdot \frac{\lambda}{d\lambda} = x\varepsilon = \frac{\partial x}{\partial v_1} v_1 + \frac{\partial x}{\partial v_2} v_2 \tag{16}$$

Ce résultat est connu sous le nom de théorème de Wicksell-Johnson [19], et est désigné par Ragnar Frisch « équation de conversion ». En portant ce résultat dans (13) on obtient :

$$C = \mu x \varepsilon \tag{17}$$

Trois cas sont alors possibles selon que ε est plus petit, plus grand, ou égal à 1 ; nous les illustrons au graphique 2.

19. Voir, *Lois techniques et économiques de la production*, Dunod, 1963, p. 72. Voir aussi Erich Schneider, *Pricing and Equilibrium*, page 152, George Allen & Unwin, London, 1962. En divisant les deux membres de l'équation par x, on s'aperçoit par ailleurs que l'élasticité par rapport à l'échelle, ε, est égale à la somme des élasticités partielles de la production.

Dans tous les cas où la fonction de production est homogène, nous pouvons passer directement d'une connaissance du degré d'homogénéité de la fonction de production à une connaissance de la forme de la courbe des coûts, puisque r, le degré d'homogénéité, est identique à ε dans ce cas. Ceci est facilement démontrable : soit $\overline{x}$ le volume de production lorsque $\lambda = 1$. La fonction de production étant homogène, nous pouvons écrire :

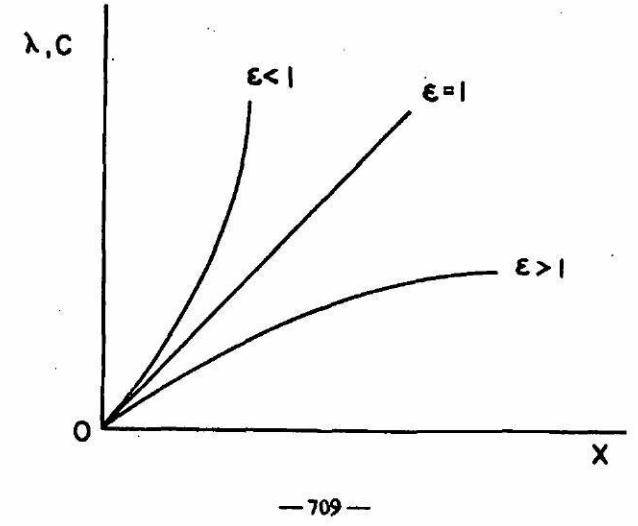
$$x = f(\lambda\overline{v}_1, \lambda\overline{v}_2) = \lambda^r\overline{x}$$

r étant le degré d'homogénéité de la fonction, et $\overline{v}_1$ et $\overline{v}_2$ les quantités initiales de facteurs. On a alors : $\dfrac{dx}{d\lambda} = r \,.\, \lambda^{r-1}\overline{x}$

$$\text{D'où } \varepsilon = \frac{dx}{d\lambda} \div \frac{x}{\lambda} = \frac{r\lambda^{r-1} \,.\, \overline{x}}{\lambda^{r-1} \,.\, \overline{x}} = r$$

Si le sentier d'expansion n'est pas une droite, nous devons connaître ou évaluer le signe de d^2C/dx^2, avant de nous prononcer sur la forme de la courbe des coûts moyens. Ce qui est certain c'est que pour obtenir une courbe en U classique (avec un sentier d'expansion droit), il faut postuler une fonction complexe, non homogène, où les coûts moyens sont d'abord décroissants ($\varepsilon < 1$) passent par un minimum ($\varepsilon = 1$), et deviennent croissants ($\varepsilon > 1$). Une question vient alors à l'esprit : quelle est la relation entre la courbe en U

Graphique 2



dérivée de cette façon et la *courbe enveloppe* des coûts moyens à long terme inventée par Viner en 1931 ?[20] Sur le plan analytique, il serait intéressant d'établir cette relation, même dans le contexte statique de la théorie des coûts. Plusieurs auteurs définissant les économies et déséconomies d'échelle à partir de cette « courbe enveloppe » de coûts moyens à long terme, il serait souhaitable d'établir la relation de cette méthode « orthodoxe » avec la dérivation à partir du sentier d'expansion telle que présentée ici. Nous posons la question sans y répondre. Mais il est essentiel d'y répondre pour savoir ce que l'on veut mesurer et ce que l'on mesure en fait dans les études empiriques. Nous y reviendrons dans un article ultérieur.

* * *

Nous devons maintenant dissiper une autre confusion au sujet de la justification théorique de l'existence d'économies d'échelle au sens strict. C'est l'argument souvent entendu que si *tous* les facteurs de production étaient accrus dans une même proportion, *la production* devrait *nécessairement* être accrue dans la même proportion. Si elle ne l'est pas, selon cet argument, c'est soit que nous avons oublié d'inclure un facteur dans nos calculs, soit qu'il existe des facteurs dont la fixité ou l'invariabilité ou l'indivisibilité « expliquent » justement la présence d'économies ou de déséconomies : si tous les facteurs étaient parfaitement divisibles, les rendements à l'échelle seraient, selon cet argument, nécessairement constants et la courbe de coût moyen serait obligatoirement une droite parallèle à l'axe des quantités. C'est le vieux débat entre Chamberlin et ses critiques, en particulier Hahn & McLeod[21, 22].

L'esprit se laisse facilement tromper par des preuves d'impossibilité logique ; le danger réel de l'argument vient du fait qu'il constitue une pétition de principe. Ceci a été démontré de façon très

---

20. Jacob Viner, « Cost Curves & Supply Curves », dans *Readings in Price Theory*, American Economic Association, 1953.

21. E.H. Chamberlin, « Reply to Mr. McLeod and Mr. Hahn », *Quarterly Journal of Economics*, fév. 1949. Reproduit dans *Towards A More General Theory of Value*, New York, 1957.

22. Voir aussi : Samuelson, *Foundations of Economic Analysis*, Harvard University Press, p. 84.

nette par Chamberlin qui est sorti vainqueur de ce débat [23]. Les rendements croissants et décroissants sont tous aussi possibles que les rendements constants à l'échelle et dans le monde réel, la théorie peut expliquer le cas, le plus fréquent selon Chamberlin, où les rendements sont tour à tour croissants, constants et décroissants. Le rôle de la division des tâches, de la spécialisation du travail et d'une meilleure organisation, expliquent la partie déclinante de la courbe en U, et les difficultés croissantes de coordination expliquent l'élévation des coûts moyens avec la dimension de l'entreprise. Dans l'article qui constitue sa contribution majeure [24], Chamberlin a choisi d'illustrer son analyse à l'aide d'un sentier d'expansion courbe dans le champ factoriel. On en déduit qu'à des niveaux de production toujours plus grands tout change : à la fois les proportions entre les facteurs varient, et les proportions entre le volume de production et les quantités de facteurs varient. C'est donc le cas le plus général. Que faut-il conclure de tout ceci ? Trois choses :

Premièrement, que la présence ou non d'économies d'échelle est vraiment une question de fait. Seules des études empiriques peuvent nous renseigner sur leur existence. Il reste à voir les difficultés auxquelles se heurtent de telles études.

En second lieu, l'hypothèse théorique d'une fonction homogène de degré 1 est de toute façon incompatible avec une situation d'équilibre en concurrence pure. Trois cas sont possibles. Soit p, le prix et m, le coût marginal :

a) ou bien $p > m$, et l'entrepreneur peut accroître sa production indéfiniment ;
b) ou bien $p = m$, et la dimension de la firme reste indéterminée ;
c) ou bien $p < m$, et l'entreprise ferme ses portes.

Si l'on veut démontrer la possibilité d'un équilibre de la firme en concurrence pure, on doit postuler l'existence d'une fonction aux

23. En honneur à Chamberlin, et aussi en honneur à la logique symbolique, le lecteur intéressé peut lire l'essai en méta-économique de Nicholas Georgescu-Roegen, « Measure, Quality and Optimum Scale, » dans : *Essays on Econometrics and Planning*, edited by C.R. Rao, Pergamon Press Ltd.

24. « Proportionality, Divisibility & Economies of Scale », *Q.J.E.*, fév. 1948. Reproduit dans : *The Theory of Monopolistic Competition*, appendice B, 7ème édition. Harvard University Press, 1956.

rendements à l'échelle variables. Les problèmes qu'une telle supposition a pu soulever dans le passé sur le plan de la théorie pure (par exemple, la controverse au sujet de l'épuisement total ou partiel du produit) sont de faux problèmes. Ceci a été démontré définitivement par Samuelson dans ses *Foundations* en 1947 [25].

Enfin, puisque les recherches empiriques semblent conclure dans plusieurs cas, à la constance des coûts marginaux, on doit en conclure que le modèle de concurrence pure est inadéquat dans tous ces cas.

*

* *

Quels sont donc les principaux facteurs invoqués pour expliquer ou rendre compte de l'existence d'économies et de déséconomies d'échelle au niveau de l'usine, et au niveau de la firme ?

1. Au niveau de l'usine ou de l'établissement manufacturier, lés facteurs suivants sont invoqués.

a) Dextérité et rapidité accrues par la répétition des mêmes tâches spécialisées. Ces avantages de la division du travail et de la chaîne de montage, sont parfois illustrés dans la « Learning curve » [26].

b) La capacité de plusieurs équipements, machines et entrepôts s'accroît plus rapidement que leur coût d'acquisition ou de construction. En doublant le rayon d'un réservoir sphérique, on multiplie sa surface par 4, mais son volume par 8. Ces relations d'ordre physique suffisent à démentir la thèse de ceux qui voudraient que les rendements à l'échelle soient constants si les facteurs sont parfaitement divisibles. On ne peut comptabiliser comme « facteur de production » les lois de la nature. Donnons un autre exemple tiré du domaine agricole : « 1) les rendements aux limites d'un champ diffèrent de ceux du centre ; or le rapport de la bande marginale à la superficie totale varie avec celle-ci ; 2) le travail de la bande marginale est plus difficile que celui au centre du champ ; 3) la longueur de la clôture n'est pas proportionnelle à la superficie du

25. Voir en particulier pp. 81 à 87 dans *Foundations* et le compte rendu de R.G.D. Allen, *Quarterly Journal of Economics,* 1949, pp. 116 à 118. Voir également : J.M. Henderson et R.E. Quandt, *Microeconomic Theory,* McGraw-Hill, 1958, pp. 64-67.

26. Frank J. Andress, « The Learning Curve as a Production Tool », *Harvard Business Review,* janv.-fév. 1954.

champ ; 4) la distance entre la ferme et le champ n'est pas proportionnelle à la superficie de celui-ci. »[27] Il n'est pas hors de propos de rappeler, enfin, que la puissance musculaire d'un individu est proportionnelle à la surface de section de ses muscles : un homme d'un volume 8 fois supérieur au nôtre ne pourrait soulever qu'un poids 4 fois plus lourd. Et si la fourmi était aussi grande que l'homme, elle ne porterait qu'un fardeau inférieur à celui qu'un homme peut porter.

c) Des équipements ont souvent une taille minimale assez considérable, et donc une capacité normale élevée, pour effectuer certaines opérations ; par exemple, un haut fourneau, une presse hydraulique, un rouleau compresseur. Ils ne sont rentables et efficaces que sur une grande échelle. Cet argument porte souvent le nom d'indivisibilité[28].

d) L'importance des phénomènes aléatoires. On mentionnera les économies réalisées dans l'usage des matières premières, dans leur entreposage et dans leur livraison. Ces économies sont une conséquence de la loi des grands nombres. Donnons quelques exemples de ces phénomènes aléatoires :

— lorsque le nombre de machines défectueuses et le temps de réparation sont aléatoires, on peut mesurer le nombre optimal d'hommes de services à embaucher : ce nombre varie bien moins que proportionnellement au nombre de machines et donc qu'au volume de la production. Dans le domaine des contrôles d'inventaire, les marges de sécurité optimales pour assurer une protection contre les variations aléatoires dans la demande varient proportionnellement à la racine carrée de la demande. On retrouve cette loi de la racine carrée dans plusieurs phénomènes d'entreposage[29]. Enfin, dans le domaine bancaire, le maintien de réserves de caisse pour fins de liquidité peut varier moins que proportionnellement au volume des dépôts.

2. À tous ces facteurs, on peut ajouter d'autres sources d'économies d'échelle au niveau de la firme, qui prennent la forme des

27. Dorfman, Samuelson & Solow, *Programmation linéaire et gestion économique*, p. 136.

28. Sur la distinction entre divisibilité physique et temporelle du facteur fixe, voir le chapitre VII de *Industrial Production Models* de Sven DanΦ, New York, 1966.

29. Ces exemples sont tirés de T.M. Whitin et M.H. Peston, « Random Variations, Risk and Returns to Scale », *Quarterly Journal of Economics*, 1954, pp. 603-612.

avantages que peut avoir la grande firme par rapport à la petite, c'est-à-dire d'économies de taille.

e) Tout d'abord, une plus grande firme peut bénéficier de la division des tâches au sein de l'administration. Elle réussit à attirer des talents plus spécialisés pour exécuter ses multiples fonctions : budget, personnel, finance, marketing, contrôle.

f) Au niveau de la distribution, Joe Bain a montré l'importance des préférences de marque rendues possibles grâce aux budgets énormes de publicité de la grande firme. Elle bénéficie aussi d'autres économies au niveau de l'achat et de la vente.

g) Dans le domaine du financement, la grande firme peut avoir recours à des sources plus nombreuses et jouit souvent d'un meilleur crédit.

Cette liste pourrait être prolongée et d'autres exemples mentionnés. Nous préférons renvoyer le lecteur à deux ouvrages où cette question est abondamment traitée [30]. Par ailleurs, il ne faudrait pas laisser l'impression que la petite firme ne possède aucun avantage sur la grande. Au contraire, ces avantages sont souvent très réels et on en trouvera plusieurs exemples dans l'ouvrage déjà cité de Staley and Morse du Stanford Research Institute.

Au terme de ces réflexions, nous constatons avoir soulevé plus de questions que nous n'en avons résolues. C'est ainsi qu'après avoir indiqué des avenues de recherche pour l'étudiant, nous avons abordé des questions plus techniques et d'ordre conceptuel. Ces difficultés sont inévitables. Nous croyons que l'issue de cette discussion sera dans le développement d'une dynamique de la production qui intégrera le phénomène des économies d'échelle à une théorie de la croissance de l'entreprise.

Claude GERMAIN,
professeur à l'École des Hautes Études commerciales (Montréal).

30. E.A.G. Robinson, *The Structure of Competitive Industry*, University of Chicago Press, 1958 ; et Joe Bain, *Industrial Organization*, ch. 5, Wiley, 1959.