

# MPRA

Munich Personal RePEc Archive

## **A model to analyse structural changes of investment by economic development stages**

Albu, Lucian-Liviu

January 1986

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/13919/>  
MPRA Paper No. 13919, posted 10 Mar 2009 06:58 UTC

# **A model to analyse structural changes of investment by economic development stages**

Lucian Albu

## *Abstract*

Empirical data show during the historical process of economic development profound structural changes in economy. One of the most important movements is from stages where the so-called tangible investments are predominant to those where intangible investments become predominant. Applying some results derived from the so-called Catastrophe Theory we try to demonstrate that in modern era by changing dramatically the structure of investment countries could obtain jumps from inferior stages of economic development to more advanced stages in a short historical period.

Key words: intangible investment, catastrophe theory, structural stability, rapid variable, slow variable

JEL classification: C61, C62, E22, O11, O47

ACADÉMIE DES SCIENCES SOCIALES ET POLITIQUES  
DE LA RÉPUBLIQUE SOCIALISTE DE ROUMANIE

REVUE  
ROUMAINE  
DES  
SCIENCES  
SOCIALES

TIRAGE À PART

SÉRIE DES  
SCIENCES ÉCONOMIQUES

TOME 30

N<sup>os</sup> 1 — 2 Janvier — Décembre 1986

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

# UN MODÈLE D'ANALYSE DE LA MODIFICATION STRUCTURELLE DES INVESTISSEMENTS PAR STADES DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

par LUCIAN ALBU

Une incursion dans l'histoire de la pensée économique révèle le fait que le progrès économique détermine une série de modifications de la position et du rôle de divers facteurs dans le processus de la croissance économique. Ainsi, une longue période pendant laquelle les ressources naturelles ont représenté le facteur déterminant du développement économique d'une nation est suivie, surtout grâce au développement rapide de l'industrie de transformation et à l'affirmation de la révolution technique et scientifique, par une période de renforcement du rôle de l'accumulation du capital et du progrès technique dans l'économie. A présent, les dérèglements survenus sur le marché mondial des matières premières et énergétiques, de même que l'apparition des perspectives d'épuisement de certaines ressources ont déterminé une augmentation du rôle de celles-ci dans la théorie et la pratique économique. De même, dans les conditions créées par les nouvelles structures économiques, technologiques et scientifiques, on assiste à un processus de revalorisation des anciennes classifications et définitions des facteurs de production, d'introduction de nouvelles catégories économiques et d'élargissement de leur sphère. Parallèlement, l'analyse de la structure des facteurs de production n'a plus comme centre d'intérêt les facteurs classiques, à mobilité réduite, mais les facteurs ayant un degré accru de mobilité, susceptibles de s'adapter plus facilement aux nécessités des différentes industries<sup>1</sup>.

La nouvelle interprétation du rôle des facteurs de production réclame une prise en considération plus marquée de l'effet produit dans l'espace et dans le temps (il s'agit de l'espace et du temps économique) par les investissements. Ainsi, on emploie de plus en plus la catégorie « d'investissement total » comprenant les investissements tangibles, représentés par les dépenses destinées aux constructions, à l'achat des biens de consommation durables, à l'accumulation des fonds fixes, à l'augmentation des réserves de ressources naturelles et à l'instruction des enfants et les investissements intangibles, représentés par les dépenses destinées aux

<sup>1</sup> E. Denison, *Classification of Sources of Growth*, « The Review of Income and Wealth », n° 1/1972 ; Em. Dobrescu, *Optimul economiei socialiste*, București, Ed. politică, 1976 ; Natham Rosenberg, *Technology, Natural Resources and Economic Growth*, Fifth World Congress of the International Economic Association, Tokio, 1977 ; A. Iancu, *Schimbările economice internaționale* (Les échanges économiques internationales), Ed. științifică și enciclopedică, București, 1983.

secteurs de recherche — développement, à l'éducation et à la formation professionnelle, à la protection de la santé et au changement du lieu de travail de ceux qui sont affectés par les mutations structurelles survenues dans l'économie <sup>2</sup>.

L'analyse de la corrélation entre l'efficience des investissements et le niveau de développement économique basée sur les données statistiques concernant une certaine année et un grand nombre de pays, révèle le fait que, généralement, un faible niveau de développement correspond à des rendements supérieurs des investissements, alors que l'efficience des investissements a la tendance de baisser au fur et à mesure que l'industrialisation progresse. Si l'on avance dans la voie du développement économique, le rendement des investissements devient presque stationnaire pour enregistrer de nouveau une hausse à partir d'un certain stade de développement économique <sup>3</sup>.

En même temps, l'analyse de l'évolution à long terme des économies nationales montre que le passage des stades inférieurs aux stades supérieurs de développement s'accompagne de changements importants dans la structure des investissements. L'un des aspects essentiels de ces changements est constitué par la modification du rapport entre les investissements tangibles et intangibles <sup>4</sup>. Ainsi, pour les pays en développement on remarque une tendance générale d'augmentation du rapport entre les investissements tangibles et intangibles. Cette augmentation est due au fait que, généralement, les investissements sont d'abord dirigés de façon à attirer dans le circuit économique les ressources intérieures des plus abondantes (ce qui se réalise par le développement de l'industrie extractive, de certaines branches de l'agriculture, de l'industrie légère et alimentaire) et ensuite, au fur et à mesure qu'augmentent les possibilités d'accumulation, vers l'élargissement de la base technique matérielle, par le développement de certaines branches industrielles telles que l'énergétique, la métallurgie, les constructions mécaniques, la chimie de base, ainsi que par l'exploitation dans des conditions plus difficiles de certaines ressources minérales à contenu réduit de substances utiles. A partir d'un certain niveau de développement économique on constate un changement dans le sens d'évolution du rapport entre les investissements tangibles et intangibles résultant de l'importance accrue des activités comme la recherche scientifique, l'enseignement, la protection de la santé dans le processus de croissance économique.

On se propose de construire un modèle pour faciliter l'explication de l'évolution économique par étapes, à partir de la modification du rapport

<sup>2</sup> J. Kendrick, *The Treatment of Intangible Resources as Capital* « The Review of Income and Wealth », n° 1, 1972; René Bertrand, *Measuring Growth in the Economically Advanced Countries. Problems and Prospects*, Fifth World Congress of the International Economic Association, Tokio, 1977.

<sup>3</sup> G. V. Haberler, *Prospérité et dépression*, Genève, 1939; Em. Dobrescu, *Ritmii creșterii economice* (Le rythme du développement économique), Ed. politică, 1968; A. Iancu, *Creșterea economică și resursele naturale* (Le développement économique et les ressources naturelles), Ed. politică, București, 1976; *Tendances à long terme du développement économique*, Rapport du secrétaire général de l'O.N.U. à la 37<sup>e</sup> Session de l'Assemblée Générale, mai, 1972.

<sup>4</sup> Certains économistes, partant des résultats directs des investissements sur la production matérielle font la distinction entre les investissements productifs et non productifs.

entre les investissements tangibles et intangibles et son influence sur la dynamique de l'efficacité économique des investissements.

Dans les modèles macro-économiques on a constaté d'après des données empiriques, qu'il y a des situations quand un tout petit changement des données initiales (input) peut entraîner de très grands changements dans l'évolution du système. C'est pourquoi l'utilisation des méthodes déterministes est souvent inadéquate. Dans de telles situations pour réaliser les modèles, il convient d'utiliser des techniques, issues de la théorie de la dynamique qualitative<sup>5</sup>. La théorie de la stabilité structurale, dérivée de celle de la dynamique qualitative offre de nouvelles possibilités d'attaquer les problèmes des grandes structures évolutives. Cette théorie permet la construction des modèles des phénomènes caractérisés par des changements discontinus provoqués par les changements continus des paramètres. Les systèmes sont caractérisés par une fonction continue de type potentiel et les états d'équilibre sont enregistrés pour les valeurs minimales de cette fonction. Le nombre des états d'équilibre et leurs paramètres de comportement (les variables rapides) spécifiques se modifient en fonction des valeurs des paramètres de contrôle (les variables lentes)<sup>6</sup>.

Le fait, démontré empiriquement, que le dépassement de certains niveaux du rapport entre des investissements tangibles et intangibles entraîne de très grandes modifications de l'efficacité économique, mène, de façon intuitive, à un modèle de la théorie de la stabilité structurale, à même d'expliquer l'évolution de l'efficacité des investissements par stades de développement économique.

L'exigence primordiale pour que l'évolution d'un système puisse être décrite (modélisée) à l'aide de la théorie de la stabilité structurale est l'existence d'une certaine fonction de type potentiel  $V(x; m)$  ainsi que, pour  $m$  fixé,  $V(x; m)$  est minimisée lorsque le système évolue, où  $x$  représente la variable rapide tandis que  $m$  représente la variable lente. Bien que la nécessité apparaisse à première vue comme très restrictive, elle est atténuée par le fait qu'il n'est pas obligatoire de connaître explicitement ce que c'est et ce que représente la fonction  $V$  — celle-ci étant l'une des plus importantes caractéristiques de la théorie de la stabilité structurale,  $V(x; m)$  peut être conçue comme une fonction potentiel, une fonction coût, une fonction entropie, une fonction de probabilité ou bien elle peut être prise pour une fonction Lyapunov du set d'équations qui décrivent le système.

L'existence de  $V(x; m)$ <sup>7</sup> détermine pour  $m$  fixé l'évolution du système vers certains états d'équilibre. L'important, c'est de trouver les

<sup>5</sup> R. Thom, *Stabilité structurelle et morphogénèse. Essais d'une théorie générale des modèles*, Readings, Massachusetts, W. A. Benjamin, Advanced Book, Program, 1972; G. Rabeill, *Théorie des catastrophes de Thom : une illustration économique*, METRA, n° 2, 1975.

<sup>6</sup> E. C. Zeeman, *Catastrophe Theory*, « Sci. An. », n° 234 (4), 1976; A.E.R. Woodcock, T. Poston, *Geometrical Study in the Elementary Catastrophes*, Springer Verlag, 1974; I. Purica, *Un model al revoluției științifico-tehnice în cadrul teoriei matematice a catastrofelor*, (Un modèle de la révolution scientifique technique dans la théorie mathématique des catastrophes) dans *Procese revoluționare în știință și tehnică și dezvoltarea societății*, Ed. politică, București, 1980.

<sup>7</sup> Il y a deux voies (complémentaires) possibles : a. on dispose d'une information directe sur l'existence d'une trajectoire qui mène à équilibre pour  $x$ ; b. on connaît que les trajectoires évoluent vers des états d'équilibre, ce qui implique l'existence de  $V(x; m)$ . On en déduit facilement que dans le cas de l'étude présente, on utilise la seconde voie.

changements dans le comportement du système lorsque  $m$  se modifie.

Ceci est réalisé en minimisant  $V$ , d'où il résulte l'équation de la surface de potentiel :

$$\frac{\partial V}{\partial X} = f(x, m) = 0$$

Dans notre cas, en tenant compte que la dimension de l'espace des variables lentes ( $m$ ) est un (1), nous avons choisi la fonction

$$f(x; m) = -(x^3 - x + m)$$

L'équation différentielle qui décrit l'évolution des états c'est

$$\dot{x} = -(x^3 - x + m)$$

Par la suite, la fonction de potentiel  $V$  devient  $V(x; m) = -\frac{x^4}{4} +$   
 $+\frac{x^2}{2} - mx$ , pendant que l'équation de la surface de potentiel sera :

$$\frac{\partial V}{\partial X} = -(x^3 - x + m) = 0$$

Cette dernière équation nous aidera à expliquer, d'une part, l'évolution par étapes des différentes économies nationales et, d'autre part, à déterminer l'influence des changements des structures des investissements sur l'efficacité économique.

Pour éviter l'interprétation économique du signe négatif attaché à l'efficacité des investissements et au rapport entre les deux catégories d'investissements (tangibles et intangibles) et pour amplifier la différence entre les vitesses de variation des variables rapide ( $x$ ) et lente ( $m$ ), nous avons effectué les substitutions :  $x = \ln \beta$  et  $m = \lg R$ , où  $\beta$  représente l'efficacité des investissements (calculée comme rapport entre l'accroissement du revenu national et le volume total des investissements,  $R$  représente le rapport entre le volume des investissements tangibles et celui des investissements intangibles pendant que  $\ln$  et  $\lg$  représentent le logarithme naturel et respectivement celui décimal. La représentation graphique de la corrélation entre l'évolution de l'efficacité économique des investissements en fonction du changement sur les deux catégories (tangibles et intangibles) de leur structure est présentée dans la figure 1.

A l'aide de ce graphique on peut définir les principales étapes du processus général de développement économique, ainsi que leurs caractéristiques. En fonction du but de l'analyse peuvent être séparées différentes sous-étapes. De même, on obtient des informations concernant les limites entre lesquelles la structure des investissements et les effets économiques des dépassements de ceux-là, peuvent être modifiés.

Ainsi, les économies en (voie de) développement évoluent sur la trajectoire du point A au point B dans la période du démarrage et de B à C dans la période de l'essor économique (le premier élan). La diminution brusque de l'efficacité de C à D dans une période relativement courte (quelques années), rapportés à la période prolongée pendant laquelle le processus de développement économique se réalise, a la signification de

certaines transformations qualitatives qui font la transition vers une économie à niveau moyen de développement. L'accumulation quantitative (fonds tangibles) peut continuer une certaine période-représentée par l'évolution de D à L aussi après la période de transition. Le point L a la signification d'une limite de sûreté, qui peut avoir des conséquences sur

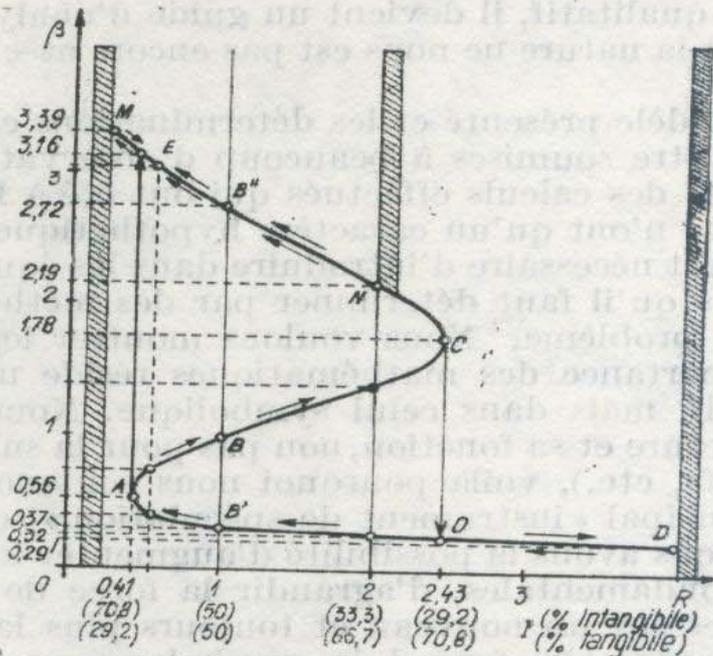


Fig. 1

l'équilibre économique si elle est dépassée. Les économies à niveau moyen de développement évoluent lentement au début de D à B' et, ensuite, de plus en plus rapidement (le second élan) de B' à A. Durant cette étape, les accumulations de fonds tangibles commencent à être devancées par celles de fonds intangibles. La capacité d'une pareille économie d'atteindre un certain niveau du rapport entre les investissements tangibles et ceux intangibles, donc la possibilité de réaliser une certaine structure des investissements mène au saut de A à E ce qui revêt la signification du passage à un degré supérieur de développement économique. Les économies développées évoluent alternativement de E à M et de E à N. Les points M et N ont la signification de certaines limites de sûreté, le dépassement de M pouvant conduire à des perturbations de l'équilibre économique, et celui de N à la diminution relativement rapide de l'efficacité de C à D.

Vu que l'évolution de l'efficacité économique des investissements est aussi influencée par d'autres facteurs, le modèle peut être développé par l'addition d'autres paramètres de commande (par exemple le taux d'accumulation).

Bien que les modèles qualitatifs des systèmes dynamiques se limitent aux systèmes de type gradient, dépendant de maximum quatre paramètres de commande (donc dans la classe des problèmes à peu de paramètres du système qui peut être contrôlé), tout de même ceux-ci sont des instruments efficaces d'investigation, avec lesquels on peut étudier certains

phénomènes pour lesquels on ne peut élaborer des modèles concrets et qui, du reste, ne peuvent guère être étudiés analytiquement. Un modèle de sondage, qui dérive de la théorie de la stabilité structurale peut être souvent élaboré, là où, auparavant, cette possibilité n'était pas entrevue. Etant global, il commence à exister dans des situations dans lesquelles les nouveaux événements peuvent attirer le système dans une conjoncture nonexplorée. Etant qualitatif, il devient un guide d'analyse et d'opération dans un monde dont la nature ne nous est pas encore assez claire à certains égards<sup>8</sup>.

Bien sûr, le modèle présenté et les déterminations effectuées à partir de celui-ci peuvent être soumises à beaucoup d'observations. Nous précisons que les résultats des calculs effectués qui ont été à la base de la réalisation du graphique n'ont qu'un caractère hypothétique. Pour des applications pratiques il est nécessaire d'introduire dans les équations présentées quelques coefficients qu'il faut déterminer par des méthodes statistiques. Mais c'est un autre problème. Nous voulons montrer ici que quelquefois on oublie que l'importance des mathématiques réside non pas dans son caractère quantitatif, mais dans celui symbolique. Nous construirons le modèle pour sa structure et sa fonction, non pas pour la substance (données, résultats quantitatifs, etc.), voilà pourquoi nous soutenons l'opinion que le modèle est le principal « instrument de spéculation » scientifique.

Par la suite, nous avons la possibilité d'augmenter le degré d'abstraction de nos idées fondamentales, d'agrandir la force de nos symboles et d'élargir nos théories sur un nouveau et toujours plus large champ d'expériences. Ayant un caractère formel, les symboles peuvent être « remplis » avec divers sens, c'est-à-dire interprétés dans les termes d'une réalité en éternel changement, et un symbole, plus il est « abstrait », plus la série des sens qui peuvent lui être attribués est large. Un exemple s'impose en ce sens. Sous l'impulsion et la découverte des géométries noneuclidiennes, on a adopté l'idée que les axiomes sont libres à contredire l'apparence évidente des sens. Cette victoire de la pensée « abstraite » sur le bon sens a été décisive pour la physique. La méthode axiomatique dans la géométrie, comme Einstein l'a montré, a rendu possible la critique de la conception classique de l'espace, antérieure à la théorie de la relativité. Les physiciens ont appris à travailler avec l'espace noneuclidien, à quatre dimensions, tout en comprenant que l'intuition directe de la notion d'espace ou de toute autre quantité revêt un caractère de fausse nécessité<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> E. C. Zeeman, *Research ancient and modern*. Bull. Inst. Math. Appl. 10, 1974; C. A. Isnard, E. C. Zeeman, *Some models from catastrophe theory in the social sciences*, in: *Use of Models in the Social Sciences* (L. Collins, ed.), London, Tavistock, 1976; T. Poston, A. C. Wilson, *Facility size vs. distance travelled: urban services and the fold catastrophe*. Environ. Planning A, 9, 1977; D. Rand, *Catastrophes and economic models*, in: *Systèmes dynamiques et modèles économiques*, Paris, Edition du CNRS, 1977; F. Stănculescu, *Dinamica sistemelor mari* (La dynamique des grands systèmes), Ed. Academiei, București, 1982; I. Popescu, *Eficiența economică a sistemelor de producție* (L'efficacité économique des systèmes de production), Ed. tehnică, București, 1979; T. Poston, I. Stewart, *Teoria catastrofelor și aplicațiile ei* (La théorie des catastrophes et ses applications), Ed. tehnică, București, 1985.

<sup>9</sup> A. Einstein, *On the relation between the expansion and the mean density of the Universe*, « Proc. Nat. Acad. Sc. », USA, 1932, 18, n° 3; E. H. Hutten, *Ideile fundamentale ale fizicii* (Les idées fondamentales de la physique), Ed. enciclopedică română, București, 1970; Jacques Merleau-Ponty, *Cosmologia secolului XX* (La cosmologie du XX<sup>e</sup> siècle), Ed. științifică și enciclopedică, București, 1978.

## References

- Bertrand, R. (1977): Measuring Growth in the Economically Advanced Countries. Problems and Prospects, *The Fifth World Congress of the International Economic Association*, Tokyo.
- Denison, E. (1972): Classification of Sources of Growth, *The Review of Income and Wealth*, No. 1.
- Dobrescu, E. (1968): *Ritmul cresterii economice*, Editura Politica, Bucharest.
- Dobrescu, E. (1976): *Optimul economiei socialiste*, Editura Politica, Bucharest.
- Einstein, A. (1932): On the relation between the expansion and the mean density of the Universe, *Proc. Nat. Acad.*, 18, No. 3.
- Hutten, E. H. (1970): *Ideile fundamentale ale fizicii*, Editura enciclopedica ramana, Bucharest.
- Iancu, A. (1976): *Cresterea economica si resursele nturale*, Editura Politica, Bucharest.
- Iancu, A. (1983): *Schimburile economice international*, Editura stiintifica si enciclopedica, Bucharest.
- Isnard, C. A. and Zeeman, E. C. (1976): Some models from catastrophe theory in the social sciences, *Use of Models in the Social Sciences*, London.
- Kendrick, J. (1972): The Treatment of Intangible Resources as Capital, *The Review of Income and Wealth*, No. 1.
- Merleau-Ponty, J. (1978): *Cosmologia secolului XX*, Editura stiintifica si enciclopedica, Bucharest.
- Popescu, I. *Eficienta economica a sistemelor de productie*, Editura Tehnica, Bucharest.
- Poston, T. and Steward, I. (1985): *Teoria catastrofelor si aplicatiile ei*, Editura Tehnica, Bucharest.
- Poston, T. and Wilson, A. C. (1977): Facility size versus distance travelled: urban services and the fold catastrophe, *Environ. Planing*, A, 9.
- Purica, I. (1980): Un model al revolutiei stiintifico-tehnice in cadrul teoriei matematice a catastrofelor, *Procese revolutionare in stiinta si tehnica si dezvoltarea societatii*, Editura Politica, Bucharest.
- Rand, D. (1977): Catastrophes and economic models, *Systemes dynamiques et modeles economiques*, Edition du CNRS, Paris.
- Rabeill, G. (1975): Theorie des catastrophes de Thom: une illustration economique, *METRA*, No. 2.

Rosenberg, N. (1977): Technology, Natural Ressources and Economic Growth, *The Fifth World Congress of the International Economic Association*, Tokyo.

Stanciulescu, F. (1982): *Dinamica sistemelor mari*, Editura Academiei, Bucharest.

Thom, R. (1972): *Stabilite structurelle et morphogenese. Essais d'une theorie des modeles*, Readings, Massachusetts, W. A. Benjamin, Advanced Book, Program.

Woodcock, A. E. R. and Poston, T. (1974): *Geometrical Study in the Elementary Catastrophes*, Springer Verlag.

Zeeman, E. C. (1976): Catastrophe Theory, *Sci. An.*, 234, No.4.

Zeeman, E. C. (1976): Research ancient and modern, *Bull. Inst. Math. Appl.*, No. 10.