

SUR UNE ANALYSE ECONOMETRIQUE DE L'ACCROISSEMENT DU PRODUIT NATIONAL BRUT DANS DIFFERENTS PAYS (*)

par R.G. GROSZMANN,

Union des Exploitations électriques en Belgique.

Il est commun de rappeler que les préoccupations de tous ceux qui s'intéressent à l'économie (de quelque milieu que ce soit) se polarisent, se concentrent sur le problème de la croissance économique. Il est d'ailleurs tout aussi commun d'affirmer qu'il n'est plus possible de laisser évoluer l'expansion d'une nation au gré de la résultante de ses lignes de force spontanées. La nécessité d'une action générale et harmonieuse s'impose donc de toute évidence.

Si la stratégie conduit à l'action, pour bien la conduire, il faut d'abord qu'elle la précède. Cette stratégie peut nous être enseignée partiellement par la théorie économique. Le but d'une théorie de la croissance économique est de préciser la nature des variables qui déterminent finalement le taux d'accroissement du niveau général de la production. Elle permet de mieux comprendre pourquoi certaines sociétés progressent plus vite que d'autres.

Cette progression peut se mesurer par l'intermédiaire du produit national brut, c'est-à-dire la valeur des biens et services produits par l'économie durant la période envisagée. En schématisant, on peut dire que trois groupes de facteurs influencent ce taux d'évolution :

- la propension à l'épargne avec comme liaison le taux d'accumulation de capital, d'où le niveau des investissements,
- le flux des inventions et des innovations, soit le progrès technique,
- le développement démographique.

Mais, nous ne nous intéresserons ici, uniquement qu'au problème des investissements. En fait, la question que nous nous posons se présente comme suit : *le rythme d'expansion économique est-il conditionné par le niveau des investissements ?* ou encore : les pays à croissance élevée sont-ils les mêmes que ceux qui investissent beaucoup ?

(*) Conférence faite à la section d'économétrie de la Société belge de Statistique.

Il est possible d'apprécier l'évolution du PNB grâce à une fonction mathématique. A cet égard, nous pouvons distinguer deux optiques, deux types de formulation :

— d'une part, Cobb-Douglas : $Y = a L^b K^c e^{\nu t} N^{-1}$

où Y est le produit national brut par tête,

L la quantité de travail exprimée en heures de travail,

K la quantité de capital,

N la population,

ν le taux d'accroissement annuel du progrès technique,

t le temps.

Pour la Belgique, il a été suggéré que les valeurs correspondantes des paramètres soient les suivantes : $b = 2/3$ et $c = 1/3$ (*). Nous constatons que $b + c = 1$. La formule admet le principe de la substitution des facteurs de production. Si on réduit L, on peut augmenter K dans une certaine proportion de manière à conserver un même Y, et inversement. La prime technologique peut donc se manifester autrement que par les investissements.

— d'autre part, dans la formule de Johanssen au contraire, le progrès technique intervient principalement par les investissements :

$$\Delta Y = p_1 \Delta L + p_2 I_b$$

où ΔY = l'accroissement du produit national brut,

p_1 = la productivité marginale du travail,

ΔL = l'accroissement du nombre d'heures de travail prestées,

p_2 = la productivité marginale de l'investissement brut,

I_b = les investissements bruts.

Il est intéressant de lire à ce propos l'article intitulé « L'insuffisance des investissements, motif de l'insuffisance de l'expansion belge » publié dans les Cahiers Economiques de Bruxelles d'octobre dernier, compte rendu d'un colloque tenu les 6 mai et 17 juin 1961. Il ne nous appartient pas actuellement de rediscuter des problèmes qui y ont été abordés.

De nombreuses prises de position ont déjà été adoptées quant à l'influence du niveau des investissements. La divergence partielle des opinions exprimées implique qu'il y réside un problème dont on ne sait de façon formelle, de quelle manière il convient de le résoudre. J'ose espérer que vous n'attendez pas de moi cette solution, donc *la* solution..

(*) Cahiers Economiques de Bruxelles, n° 12, p. 495.

Je me permettrai de vous présenter une étude faite l'an passé, ainsi que les conclusions premières que nous avons cru pouvoir en tirer. Cette étude avait pour objet d'établir une relation entre, d'une part, l'accroissement du produit national brut, et d'autre part, les investissements et l'accroissement de la population active dans différents pays pour une période déterminée.

Il serait fort utile, si de votre côté, après l'exposé des résultats et conclusions, vous émettiez les critiques et suggestions les plus nombreuses, afin que nous puissions ensemble, à l'issue de notre entretien, tirer une synthèse plus complète de cette approche.

Voyons la méthodologie utilisée.

— L'étude couvre la période 1951 à 1956 et porte sur les pays suivants : Autriche, Belgique, Danemark, France, Allemagne Fédérale, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède, Canada, Etats-Unis, Argentine, Chili, et enfin Venezuela. Parmi les pays de l'O.E.C.E., nous n'avons pas eu la possibilité d'étudier la Suisse, la Turquie et l'Espagne, faute de renseignements statistiques à prix constants suffisants.

Nous avons choisi la période 1951-1956, étant donné qu'elle correspond dans la majorité des pays à une période de plein emploi des capitaux et de la main-d'œuvre. Elle s'étend sur 5 ans, afin d'éliminer l'influence des facteurs accidentels et de permettre aux investissements de contribuer au maximum à l'accroissement du PNB.

— Nous avons considéré :

- l'accroissement ΔO du PNB de 1956 par rapport au PNB de 1951 en %;
- la somme des investissements de 1951 à 1955 rapportée au PNB de 1951.

Nous postulons ainsi que les investissements de l'année « i » influencent le PNB de l'année « $i + 1$ », en %, soit ΔK ;

- l'accroissement de la population active de 1956 par rapport à la population active de 1951, soit ΔL .

— Nous avons été amenés à déterminer entre ces différentes grandeurs, une relation linéaire par la méthode des moindres carrés pour des pays appartenant aux groupes :

- O.E.C.E. : 14 pays européens,
- Amérique du Nord : Etats-Unis et Canada,
- Amérique du Sud : Argentine, Chili et Venezuela.

— Aussi, avons-nous calculé 5 régressions :

- la première portant sur 19 pays (O.E.C.E. + Am. N. + Am. S.),
- la deuxième portant sur 16 pays (O.E.C.E. + Am. N.),
- la troisième portant sur 16 pays (O.E.C.E. + Am. N.) mais où nous avons introduit une variable fictive prenant les valeurs 0 ou 1 selon que le PNB 1951 par tête d'habitant était inférieur ou supérieur à 800 \$ américains,
- la quatrième portant sur 14 pays (O.E.C.E.),
- la cinquième enfin, portant sur les 14 pays de l'O.E.C.E. mais où à nouveau, nous avons introduit une variable fictive prenant les valeurs 0 ou 1, tenant compte cette fois du rythme de redressement économique après guerre.

— Cette présentation des données de base nécessite cependant quelques remarques. Comme nous ne disposons pas de l'évolution de la population active proprement dite, nous avons pris comme hypothèse que le pourcentage de la population active par rapport à la population totale reste constant à moyen terme.

Nous avons appliqué ce pourcentage à l'évolution de la population totale pour obtenir la série de la population active.

De plus, faute de données suffisantes, nous n'avons pas eu la possibilité de tenir compte d'un élément important, en l'occurrence le nombre d'heures de travail, plus représentatif cependant de l'influence de la main-d'œuvre que la population active.

De même, il ne nous a pas été possible d'isoler le facteur technique qui évidemment participe à l'accroissement du PNB.

Il se manifeste en partie par la constante de régression, ainsi que par le biais d'une productivité plus grande des capitaux investis et de la main-d'œuvre utilisée.

Une remarque encore, générale cette fois, s'applique à la pondération des pays selon leur importance. En effet, la méthode des moindres carrés accorde un même poids à chaque pays, ce qui bien sûr, est en opposition avec la réalité économique. Nous avons constaté au cours de notre étude le bien-fondé de cette objection; en effet, il a été nécessaire de recalculer les régressions en excluant l'observation trop irrégulière de l'Islande.

Enfin, rappelons les erreurs tant d'équation que d'observations se rattachant à semblable étude. En ce qui concerne cette dernière, il est chronique de regretter les difficultés statistiques rencontrées lors de la comparaison internationale de ces grandeurs fondamentales.

Passons en revue les résultats obtenus.

Nous distinguerons 5 hypothèses, correspondant chacune à un calcul de régression :

Hypothèse (1) : relative aux pays O.E.C.E., Amérique du Nord, Amérique du Sud;

Hypothèse (2) : relative aux pays O.E.C.E., Amérique du Nord;

Hypothèse (3) : relative aux pays O.E.C.E., Amérique du Nord, inclusion d'une variable fictive;

Hypothèse (4) : relative aux pays O.E.C.E.;

Hypothèse (5) : relative aux pays O.E.C.E., inclusion d'une variable fictive.

Nous avons adopté les spécifications suivantes :

— *Hypothèses (1), (2), (4).*

$$\Delta O = a \Delta K + b \Delta L + d$$

où ΔO = l'accroissement du PNB de 1956 par rapport au PNB de 1951 (en %),

ΔK = la somme des investissements depuis 1951 à 1955 rapportée au PNB de 1951 (en %),

ΔL = l'accroissement de la population active de 1956 par rapport à la population active de 1951 (en %),

a, b = coefficients de régression,

d = constante de régression.

— *Hypothèse (3).*

$$\Delta O = a \Delta K + b \Delta L + c F + d$$

où $\Delta O, \Delta K, \Delta L$ = définis ci-dessus,

F = variable fictive adoptant les valeurs 0 ou 1 selon que dans le pays considéré le PNB en 1951 par tête d'habitant était inférieur ou supérieur à 800 \$ américains.

Nous aurons :

F = 0		F = 1	
Autriche	Italie	Belgique	Suède
Allemagne Fédérale	Pays-Bas	Danemark	U.K.
Grèce	Portugal	France	Canada
Irlande		Luxembourg	U.S.A.
		Norvège	

a, b, c = coefficients de régression,

d = constante de régression.

— *Hypothèse (5)*

$$\Delta O = a \Delta K + b \Delta L + c F + d$$

où $\Delta O, \Delta K, \Delta L$ = définis ci-dessus,

F = variable fictive prenant les valeurs 0 ou 1 selon que le pays considéré s'est relevé tard ou tôt des dommages causés par la guerre.

Nous aurons :

F = 0	F = 1	
Autriche	Belgique	Pays-Bas
Allemagne Fédérale	Danemark	Norvège
Grèce	France	Portugal
Italie	Irlande	Suède
	Luxembourg	U.K.

a, b, c = coefficients de régression,

d = constante de régression.

Par la méthode des moindres carrés, nous pouvons attribuer aux paramètres, les valeurs suivantes :

	O.E.C.E. + Am. du Nord + Am. du Sud	O.E.C.E. + Am. du Nord	O.E.C.E.	O.E.C.E.	O.E.C.E.
	Hypothèse (1)	Hypothèse (2)	Hypothèse (3)	Hypothèse (4)	Hypothèse (5)
Nombre de variables explicatives	2	2	3	2	3
Nombre d'observations	19	16	16	14	14
Coefficients de régression					
(ΔK) <i>a</i>	0,205	0,127	0,117	0,061	0,011
(ΔL) <i>b</i>	0,884	0,632	1,400	2,396	2,584
(F) <i>c</i>	—	—	—14,913	—	—17,238
Constante de régression <i>d</i>	—0,936	8,359	14,491	9,798	26,439
Coefficient de détermination r^2	0,251	0,247	0,631	0,275	0,298
Coefficients de corrélation					
<i>r</i>	0,501	0,497	0,794	0,524	0,544
$r_{\Delta O, \Delta K}$	0,416	0,350	0,350	0,324	0,324
$r_{\Delta O, \Delta L}$	0,358	0,246	0,246	0,510	0,510
$r_{\Delta K, \Delta L}$	0,204	0,336	0,336	0,418	0,418
$r_{\Delta O, F}$	—	—	—0,566	—	—0,738
$r_{\Delta K, F}$	—	—	0,080	—	—
$r_{\Delta L, F}$	—	—	0,320	—	—
$r_{\Delta O \Delta K, F \Delta L}$	—	—	0,381	—	—
$r_{\Delta O \Delta L, F \Delta K}$	—	—	0,480	—	—

Conclusions.

Quelles sont les conclusions que nous pouvons tirer de cet ensemble d'hypothèses ?

Il nous est possible d'émettre les remarques suivantes :

- 1) Il ressort des trop faibles coefficients de détermination des hypothèses que les investissements cumulés et l'accroissement de la population active ne sont pas des facteurs explicatifs suffisants. Nous pouvons supposer valablement que même des renseignements plus précis sur la population active n'auraient guère amélioré sensiblement les résultats. Il serait bien sûr beaucoup plus intéressant de les remplacer par le nombre total d'heures de travail prestées.

- 2) L'examen comparatif des hypothèses (4) et (5) nous indique que l'introduction de la variable fictive représentant le rythme de redressement de la vie économique des dommages causés par la dernière guerre mondiale, n'accroît la zone expliquée que de 2,3 %. Elle n'est donc pas caractéristique.
- 3) Par contre, la comparaison des hypothèses (2) et (3) nous semble très intéressante. Elle indique que la variable fictive caractérisant le niveau de vie (PNB 1951/tête d'hab.) accroît dans des proportions importantes le coefficient de détermination (0,247 à 0,631). Elle constitue la variable expliquant la fraction la plus importante de la régression : en valeur absolue, $r_{\Delta OF}$ est plus grand que $r_{\Delta O \Delta K}$ et $r_{\Delta O \Delta L}$.

Le signe négatif devant $r_{\Delta OF}$ (— 0,566) suggère que plus un pays a un niveau de vie bas, au plus l'accroissement de son PNB peut être important. Ceci n'est valable, bien entendu, que dans les grandes lignes.

- 4) Dans l'hypothèse (3), la constante de régression positive résulte de l'action divergente de plusieurs composantes. Si nous n'investissons pas, $\Delta K = 0$, et si la population active reste constante, $\Delta L = 0$, il faut s'attendre à ce que la constante soit négative. L'économie irait en régression, l'accroissement du PNB serait négatif. En effet, $\Delta K = 0$ veut dire que l'équipement hors d'usage n'est pas remplacé, ce qui signifie a priori une diminution de la production entraînant une réduction du P.N.B. En fait, même dans cette hypothèse peu réaliste, le PNB s'accroît sous l'influence de facteurs tels que : accroissement de la productivité du capital en service de la main-d'œuvre, etc. (peu d'influence du progrès technique, celui-ci se manifeste essentiellement par un nouvel équipement, ce qui est exclu dans l'hypothèse $\Delta K = 0$).

L'effet global permet un accroissement positif du PNB (constante positive) même si $\Delta K = 0$ et $\Delta L = 0$.

Cependant, nous pensons que si cette situation devait se maintenir, l'accroissement positif du PNB deviendra de plus en plus faible pour devenir négatif après un certain temps. Cette situation représente le cas où la rationalisation de l'utilisation de l'équipement en activité et l'accroissement de productivité de la main-d'œuvre (facteurs favorables) ne compensent plus la perte de substance due au non-renouvellement des capacités industrielles (facteurs défavorables).

- 5) En résumé donc, eu égard aux données de base ainsi qu'à la méthode utilisée, les investissements et la population active ne sont pas des facteurs explicatifs suffisants de l'expansion du PNB. Il resterait d'ailleurs à voir dans quelle mesure la valeur statistique des chiffres ne fausse pas sensiblement les résultats.

J'aimerais pour terminer la première partie de cet entretien, vous parler des travaux effectués par le Professeur Arndt de la Commission Economique pour l'Europe, sur ce même sujet. Le Professeur Arndt rejette l'approche suivant la formulation de Cobb-Douglas pour les motif suivants :

- hypothèse implicite que le progrès technique est indépendant des investissements;
- la fonction originale n'admet que deux facteurs de production : capital et travail.

Aussi estime-t-il :

- la première hypothèse énoncée ne correspond pas en général à la réalité : les investissements sont responsables d'une fraction importante du progrès technique;
- la fonction originale ne met pas en relief, contrairement à ce qu'il doit en être, certains facteurs qualitatifs de croissance : recherche scientifique sous toutes ses formes (pure, économique, commerciale, industrielle,...), formation professionnelle, valeur de cette formation, etc.;
- au lieu de se livrer à une étude globale sur plusieurs pays, il serait préférable de comparer l'évolution secteur par secteur dans les différents pays.

Je crois, au vu des résultats que j'ai obtenu, que c'est là, la meilleure méthode pour arriver à des conclusions plus valables et plus utiles pour expliquer le rythme global d'expansion. L'étude que je vous ai présentée est un essai d'explication globale. Cet essai est négatif quant à sa conclusion chiffrable mais positif quant à son enseignement méthodologique. Il semble qu'en examinant la situation de trop haut, de trop loin, il est difficile d'émettre un jugement cohérent et précis permettant l'établissement d'une politique économique. Or l'étude d'un problème de ce type doit être menée de telle sorte qu'elle soit effectivement utilisable, qu'elle soit un outil, un instrument de travail. Notre approche est donc insuffisante.

Je crois qu'il convient de revoir, de repenser ce problème dans l'optique suggérée par le Professeur Arndt. Le travail sera certes beaucoup plus long, plus complexe, plus ardu, mais je pense que les résultats qu'il sera possible

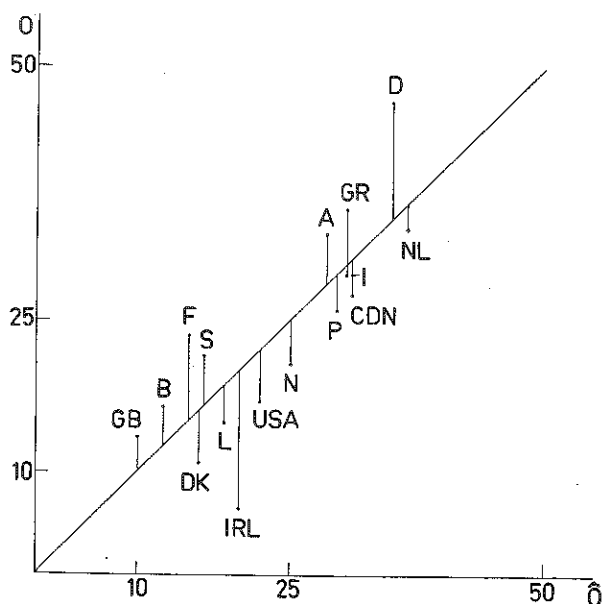


Fig. 1. — Ecart à la droite de régression — Hypothèse (3) :

$$\Delta O = 0,117 \Delta K + 1,400 \Delta L - 14,913 F + 14,491.$$

A : Autriche, B : Belgique, CDN : Canada, D : Allemagne Fédérale,
 DK : Danemark, F : France, GB : Grande-Bretagne, GR : Grèce,
 I : Italie, IRL : Irlande, L : Luxembourg, N : Norvège, NL : Pays-Bas,
 P : Portugal, S : Suède, USA : Etats-Unis.

d'en extraire permettront de mieux comprendre, de mieux saisir, le mécanisme d'action des facteurs responsables de l'expansion des différents secteurs industriels. De cette approche sectorielle, découlera peut-être, une synthèse précisant les grandeurs fondamentales (économiques et non économiques) intervenant dans la croissance de l'économie considérée, cette fois, dans son ensemble.

Annexe 1

Données de base

	Accroissement du PNB de 1956 par rapport au PNB de 1951 (en %) ΔO	Somme des investissements de 1951 à 1955 rapportée au PNB de 1951 (%) ΔK	Accroissement de la population active de 1956 par rapport à la population active de 1951 (%) ΔL
1 Autriche	33,377	113,351	0,717
2 Belgique	16,615	75,709	2,846
3 Danemark	11,083	93,362	3,775
4 France	23,688	87,652	3,780
5 Allemagne Féd.	46,499	117,295	4,997
6 Grèce	36,082	76,846	5,063
7 Islande	89,523	197,468	10,938
8 Irlande	6,362	73,070	— 2,044
9 Italie	29,359	106,446	2,730
10 Luxembourg	15,031	111,242	4,317
1 Pays-Bas	33,787	114,807	6,083
2 Norvège	21,033	158,255	5,022
3 Portugal	25,766	77,956	4,235
4 Suède	21,517	104,568	3,431
5 Royaume-Uni	13,662	71,021	1,695
6 Canada	27,267	119,413	12,683
7 U.S.A.	17,232	85,501	8,977
8 Argentine	5,716	107,068	10,545
9 Chili	14,166	54,722	12,270
20 Venezuela	62,726	125,576	16,177

Annexe 2

PNB 1951 par tête d'habitant — en \$ U.S.A.

		P.N.B. 1951	Taux de change intérieur moyen vis-à-vis du \$ E.U. * pour 1 \$	P.N.B. 1951 en \$ USA 10 ⁶ \$ USA	Popu- lation totale 10 ⁶	P.N.B. ^ t \$
1 Autriche	10 ⁶ sh.	76.400	21,36	3.577	6,934	516
2 Belgique	10 ⁶ F.B.	419.500	50,32	8.337	8,678	961
3 Danemark	10 ⁶ K.	25.310	6,908	3.664	4,304	851
4 France	10 ⁶ F.f.N.	141.800	3,5	40.514	42,056	963
5 Allem. Féd.	10 ⁶ D.M.	124.950	4,2	29.750	48,369	615
6 Grèce	10 ⁶ Dr.	47.819	15	3.188	7,646	417
7. Islande	10 ⁶ K.	2.014	16,29	124	0,145	855
8 Irlande	10 ⁶ £	485.700	0,3571	1.360	2,959	460
9 Italie	10 ⁶ L.	10.719	624,88	17.153	46,996	365
10 Luxembourg	10 ⁶ F.L.	16.020	50,32	318	0,299	1.064
11 Pays-Bas	10 ⁶ fl.	22.760	3,8	5.989	10,264	583
12 Norvège	10 ⁶ K.	19.897	7,143	2.786	3,296	845
13 Portugal	10 ⁶ Esc.	42.505	28,775	1.477	8,477	174
14 Suède	10 ⁶ K.	37.064	5,175	7.162	7,073	1.013
15 U.K.	10 ⁶ £	16.550	0,3571	46.346	50,574	916
16 Canada	10 ⁶ C \$	22.881	1,0530	21.729	14,009	1.551
17 U.S.A.	10 ⁶ U \$	347.600	1	348.000	154,953	2.246

(*) Bulletin statistique de l'O.E.C.E., n° 1, p. 58.

Annexe 3 (voir fig. 1).

Hypothèse (3) : *Ecart* entre les observations et la droite de régression

$$\Delta O = 0,117 \Delta K + 1,400 \Delta L - 14,913 F + 14,491$$

	$\hat{O}$ Estimation	O Observation	$O - \hat{O}$ Ecart
Autriche	28,720	33,377	4,657
Belgique	12,395	16,615	4,220
Danemark	15,754	11,083	— 4,671
France	15,095	23,688	8,593
Allemagne Fédérale	35,171	46,499	11,328
Grèce	30,543	36,082	5,539
Irlande	20,156	6,362	— 13,794
Italie	30,732	29,359	— 1,373
Luxembourg	18,600	15,031	— 3,569
Pays-Bas	36,401	33,787	— 2,614
Norvège	25,072	21,033	— 4,039
Portugal	29,514	25,766	— 3,748
Suède	16,581	21,517	4,936
U.K.	10,237	13,662	3,425
Canada	31,262	27,267	— 3,995
U.S.A.	22,118	17,232	— 4,886

Pays en dessous de la droite de régression :

Danemark, Irlande, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Norvège, Portugal, Canada, U.S.A.

Annexe 4

Hypothèse (3) : Elasticité suivant l'optique de la fonction Cobb-Douglas
Spécification.

$$\Delta O = a \Delta K + b \Delta L + c F + d$$

Cependant en fait, de par la méthode de calcul des observations, nous avons :

$$\frac{\Delta O}{O} = a \frac{\Delta K}{O} + b \frac{\Delta L}{L} + c F + d$$

— Elasticité de la population active par rapport au PNB :

$$\frac{L}{O} \cdot \frac{\Delta O}{L} = b = 1,4$$

— Elasticité du capital par rapport au PNB :

$$\frac{O}{O} \cdot \frac{\Delta O}{\Delta K} \cdot \frac{K}{O} = a \frac{K}{O}$$

soit
$$\frac{K}{O} \cdot \frac{\Delta O}{\Delta K} = a \frac{K^{(*)}}{O} = 0,351$$

(*) $K/O \approx 3$ dans les pays développés.