Revue Internationale des Sciences de Gestion
ISSN: 2665-7473
Volume 4 : Numéro 4

Aspect théorique de la modélisation de l'investissement

Theoretical aspect of investment modeling

ELRHOULAM Houssam
Doctorant
Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales-Souissi
Université Mohammed V - Rabat - Maroc
Laboratoire d'Analyse Economique et Modélisation
Elrhoulam.houssam@gmail.com

Date de soumission : 12/09/2021

Date d'acceptation : 24/10/2021

Pour citer cet article :

ELRHOULAM. H (2021) «Aspect théorique de la modélisation de l'investissement», Revue Internationale des Sciences de Gestion « Volume 4 : Numéro 4» pp : 963 - 979

Résumé

Au cours des dernières années, un nombre important de travaux, tant théoriques, qu'empiriques se sont intéressés aux problèmes et aux concepts relié à la formalisation de la modélisation de l'investissement, il y en a ceux qui adaptent des modèles déterministes qui n'acceptent pas la variabilité des variables explicatives ce qui affectent les coefficients de régression. Or d'après l'approche de (Judge & Griffiths, 1980). le comportement d'investissement est loin d'être stable d'une part au niveau de la théorie , la nouvelle macroéconomie a montré que les anticipations influencent les comportements des individus et par conséquent les coefficients de régression qui décrivent ces comportements et d'autre part les changements ne sont pas systématiquement imprévisibles et sont en générale des systèmes d'équilibres, c'est à dire ils sont des systèmes stables de types déterministes, si on suppose que ce déterministe restreint notre vision des phénomènes économiques, n'est-il pas logique de supposer que les progrès techniques dans une fonction de production affectent le coefficient de régression. En partant de cette optique cet article aura pour objectif de s'ouvrir sur d'autres modèles à coefficients variables qui peuvent bien traiter le problème de l'instabilité de l'investissement.

Mots clés : profit anticipé ; Q de TOBIN ; stock de capital ; demande d'investissement ; autofinancement.

Abstract

In recent years, a large number of works, both theoretical and empirical have been interested in the problems and concepts related to the formalization of investment modeling, there are those that adapt deterministic models that do not 'do not accept the variability of the explanatory variables which affects the regression coefficients. However, according to the approach of (Judge & Griffiths, 1980). investment behavior is far from stable on the one hand at the level of theory, the new macroeconomics has shown that expectations influence the behavior of individuals and therefore the regression coefficients that describe these behaviors and on the other hand the changes are not systematically unpredictable and are in general systems of equilibrium, that is to say they are stable systems of deterministic types, if we suppose that this determinist restricts our vision of economic phenomena, is it not logical to assume that technical progress in a production function affects the regression coefficient. From this perspective, this article will aim to open up to other models with variable coefficients that can deal well with the problem of investment instability.

Keywords: Anticipated profit; Q Tobin; capital stock; investment request; self-financing.

Introduction

L'analyse des théories qui fondent les formalisations économiques de la demande d'investissement, a donné lieu à de nombreuses études qui s'appuient principalement sur les variables explicatives mises en jeu par le type de modèle considéré. Cette distinction est bien adaptée à l'étude de l'influence des différentes variables; elle n'est pas en revanche La plus satisfaisante d'un point de vue théorique. Au départ, la théorie de l'investissement dans les pays industrialisés, s'est inspirée de la théorie classique du capital, qui réserve un rôle important aux taux d'intérêt. D'après KEYNES, l'investissement sera d'autant plus élevé que son rendement est supérieur aux taux d'intérêt. La baisse du taux d'intérêt, entraine un accroissement des possibilités d'investir et inversement sa hausse limitera le nombre de projets rentables. Plusieurs travaux se sont développés autour du modèle de profit, qui représente soit l'influence de la rentabilité anticipée sur la décision d'investir, dans l'hypothèse d'une parfaite mobilité des capitaux entre les branches (ce que pensait (TINBERGEN, 1934)), soit l'influence de l'autofinancement disponible dans l'hypothèse inverse.. L'investissement dépendra des capacités de la firme à dégager des financements pour le réaliser: c'est la contrainte financière. Plusieurs variables peuvent exprimer l'intensité de cette contrainte: le volume du profit réalisé, le poids de l'endettement. Le niveau des taux d'intérêts. Ces deux dernières variables sont difficiles à prendre en compte: l'économètre ne retient le plus souvent, que les taux de profits passés. Une autre approche concernant les pays développés met l'accent sur la notion de profitabilité à travers le ratio de "Q" de (TOBIN, 1969). Tous ces déterminants de la demande d'investissement seront traités dans la suite, relativement à la théorie de l'investissement.

Cependant, de nombreuses divergences existent dans l'élaboration du cadre théorique de la demande d'investissement, élaboration et cadre qui conditionnent la formalisation des hypothèses testables.

Les travaux économétriques effectués dans ce domaine, partent généralement de la théorie néoclassique, qui leur sert de cadre de référence en changeant, éventuellement, certaines hypothèses inhérentes aux économies sous-développées. Cette théorie suppose que la demande d'investissement dérive de la maximisation du profit sous contrainte de la fonction de production, dans l'hypothèse d'un marché financier parfait, mais la question qui se pose ,comment peut-on modéliser l'investissement dans un marché qui n'est pas parfait? Et est-ce que nous devons adapter d'autres modèles qui prennent en considération l'instabilité du comportement d'investissement?

Pour ces raisons-là on va tout d'abord évoquer certaines notions de la théorie de l'investissement ainsi sa relation avec le marché et après on va citer les différents modèles déterministes qui le modélise pour passer au final a l'approche de (JUDGE & GRIFFITHS, 1980) qui fait recours à des modèles à paramètres variables qui prennent en considération l'hétérogénéité inter-individuelle et / ou inter-temporelle des variables ce qui ouvre la fenêtre à des estimations et des résultats qui peuvent être bien précises par rapport aux autres fournis par les modèles déterministes.

1. Une typologie de modèles d'investissement:

1.1Théorie de l'investissement :

La décision d'investissement des entreprises repose sur des motivations diverses: anticipations sur l'évolution du marché, amélioration de la rentabilité des équipements, les infrastructures développées qui contribuent à l'amélioration du climat général d'investissement (MOUJAHID & KHARISS, 2021) ou considérations purement financières. Ces différentes motivations expliquent l'apparente diversité des formalisations économétriques, en même temps que leurs caractères étroitement simplifiés, au regard des facteurs qui interviennent dans la décision des entreprises, les théories qui sous-tendent les formalisations économétriques, sont généralement regroupées en trois grandes familles : les modèles d'accélération, les modèles néoclassiques et les modèles de profits ou de liquidité .ses trois types de modèles seront examinés après.

La distinction des trois types de modèles explicatifs de l'investissement, si elle confirme bien les variables explicatives mises en jeu par chacun des modèles, n'est pas en revanche la plus pertinente d'un point de vue théorique. Si l'on réduit le comportement des entreprises à la maximisation du profit, on peut élaborer une typologie de modèles qui s'appuie sur les hypothèses relatives au fonctionnement des marchés, et sur les hypothèses qui concernent la description du processus productif: fonctions de production (MUET, 1979).

1.2 Relations entre les marchés et la demande d'investissement :

Dans un souci de simplification, P.A MUET assimile la demande d'investissement et la demande de capital, dans le cadre de sa modélisation économétrique de la fonction d'investissement sur les marchés des produits qui déterminent le niveau du stock de capital et des facteurs: travail et marché financier. La demande d'investissement I^{-}, est générée par la demande de capital K^{-}, par la relation:

$$I^{-} = K^{-} - (1 - \delta)K_{-1}$$

où K_{-1} indique le stock de capital à la fin de la période précédente et δ,le taux de remplacement. Les demandes de capital K, et de travail L, déterminent l'offre de produits Y^{*} à travers une relation technologique formalisée par une fonction de production:

$$Y^{+} = f(K^{+}, L^{-})$$

A la demande de bien correspond une demande de bien, I^{-} sur le marché des biens d'équipements et une demande simultanée de financementB^{-}, égale à :

$$B^{-} = qI^{-} - Aut$$

Où Aut, désigne l'autofinancement de l'entreprise, et biens d'investissement. En générale les firmes optent pour l'autofinancement dans les premières phases de développement de l'entreprise ou faire appel à un établissement de crédit (EL KIHAL & HATTAB, 2019)

En présence de rationnement bancaire, l'écart entre l'investissement et l'autofinancement, q le prix de du secteur peut ne pas être satisfait (qI > Aut). Nous supposons un marché de capitaux parfait et des moyens de financement disponibles. Donc les entreprises peuvent financer tout projet et maximiser leur profit anticipé: Π

$$\Pi = PY - wL - cK$$

Sous contrainte d'une fonction de production. Le paramètre c, est le coût d'usage de capital. Intuitivement, si r, est le taux de rendement exigé par le marché, le coût d'usage représente un Coût d'opportunité, égale: c=(r+δ) q.

2. Les modèles de l'investissement

2.1 Les modèles déterministes :

Généralement les études portant sur la demande de capitale, mettent en évidence trois grandes familles de déterminants d'investissement, cependant moyennant certaines extensions, il est possible de dériver d'autres explications selon cette visions nous distinguerons six familles de modèles d'investissement :

-Le modèle accélérateur

-Le modèle accélérateur flexible

-Le modèle néoclassique

-Le modèle de profil

-Le modèle de profil anticipe

-Le modèle de profitabilité Q de TOBIN

➢ **Le modèle d'accélérateur**

Cadre générale :

En raison du caractère durable de l'investissement, celui-ci peut procurer des services au-delà de sa durée de vie, (BERNDTE, 1991), aussi en notant $K_{i,t-\tau}$, la valeur du stock de capital disponible à la date t, acquis en t-τ, nous aurons :

$$K_{i,t-\tau} = s_{i,\tau} I_{t-\tau}$$

Ou $s_{i,\tau}$, est le taux de survie pour un âge τ pour l'investissement de la période t est calculée comme étant la somme sur toute la période t.

L'agrégation de la période de service au temps t est calculée comme étant la somme pour toute la période :

$$K_t = \sum_{\tau=0}^{T} K_{i,t-\tau} = \sum_{\tau=0}^{T} s_{i,\tau} I_{t-\tau}$$

Ou T est la dure de vie du capital.

Or on posant $s_\tau = (1-\delta)^2$.

Avec δ est le taux de dépréciation physique du stock du capital K qui est constant par période du temps on obtient l'équation du stock du capital basée sur la dépréciation exponentielle suivante :

$$K_t = \sum_{\tau=0}^{T} K_{i,t-\tau} = (1-\delta)^{\tau} I_{t-\tau}$$

Les comptables nationaux se réfèrent à cette équation qui considère une hypothèse d'amortissement exponentiel constant pour le calcul du stock du capital net.

L'investissement brut I_t est égal à l'investissement net augmenté de l'investissement de remplacement :

$$I_t = \Lambda_t (K_t^* - K_{t-1}) + \delta K_{t-1}$$

Qui est égale à :

$$I_t = \Lambda_t K_t^* + (\delta - \Lambda_t) K_{t-1}$$

Avec

δ : variant dans le temps

Λ_t : Niveau du stock du capital optimal

K_t^* : Coefficient d'ajustement variant dans le temps

- **L'accélérateur flexible**

Formulation théorique :

Soit Y_t le volume de l'output au temps t et μ le coefficient du capital variant dans le temps.

$K_t^* = \mu Y_t$ et $\mu = K_t^*/Y_t$

Des lorsque le stock de capital est toujours optimalement ajusté à chaque période alors :

$K_t^* = K_t$ Et l'investissement net In_test :

$$In_t = K_t - K_{t-1} = \mu(Y_t - Y_{t-1})$$

Si on propose que l'ajustement du stock du capital à son niveau optimal est une proportion constante λ de la différence entre K_t^* et K_{t-1} :

L'investissement brut est alors :

$$I_t = K_t - +(1-\delta)K_{t-1}$$

C'est-à-dire :

$$I_t = \lambda \mu Y_t + (\delta - \lambda)K_{t-1}$$

- **Modèle néoclassique**

La premier spécification d'un modèle d'investissement d'inspiration néoclassique est dû à (JORGENSON, 1963) dont son modèle il a maximisé la valeur actualisée de l'entreprise dans un marché de concurrence parfaite sous la contrainte d'une fonction de production ,ce modèle correspond à la détermination du capital optimal K^* en régime de concurrence parfaite ,c'est à dire pour des prix p et des coûts c et w fixes ,le modèle ne dépend en théorie que des coûts réels (coûts réel du travail w/p ; coûts réel du capital c/p) et en aucune façon de la production Y qui est une variable endogène déterminée par le volume optimal des facteurs.

- **Modèle de profit**

En présence de rationnement sur le marché du crédit les entreprises sont contraintes financièrement pour la réalisation de leurs programmes d'investissement, l'autofinancement devient dans ce cadre d'analyse une variable constante.

Formulation du modèle :

$$\frac{I}{K} = \varphi(L)\pi + d$$

φ: Fonction linéaire.

π: Taux de profil retenu=autofinancement /pK.

➢ **Modèle profil anticipé**

Ce modèle montre que le stock du capital optimal d'une entreprise est une fonction linéaire des profils anticipés perçus comme une approximation de la valeur de marché V_t de celle-ci :

$$K_t^* = \alpha + \beta V_t$$

α, β Sont des constantes.

En substituant cette dernière relation dans la l'équation de l'investissement brut dans le modèle accélérateur :

$$I_t = \lambda_t(K_t^* - K_{t-1}) + \delta K_{t-1}$$

On obtient l'équation d'investissement avec un terme constant, ou V_t remplace Y_t dans l'équation de l'investissement brut de l'accélérateur flexible :

$$I_t = \lambda\alpha + \lambda\beta V_t + (\delta - \lambda)K_{t-1}$$

➢ **Le modèle de Q de TOBIN**

Le modèle théorique est relativement simple (TOBIN ,1969), il relie le taux d'investissement d'une firme aux prix implicites du capital et au prix unitaires des autres actifs .les prix implicites sont fonctions des anticipations futures et sont par conséquent non observables.
L'intérêt empirique du modèle Q, découle d'une relation simple entre le ratio de valeur implicite ,au prix connue sous le terme de Q marginal, et le ratio observable de valeur de marché de l'entreprise au cout de remplacement de l'investissement connu sous le nom de Q moyen .
Pour aboutir à cette relation l'hypothèse additionnelle de concurrence pure est parfaite de marché de capitaux parfaits et l'homogénéité linéaire des fonctions de production et des coûts d'ajustement.

$$Qtob = \frac{capitalisation\ boursière\ de\ la\ firme + valeur\ de\ marché\ des\ dettes}{rK}$$

Avec rK représente les coûts de remplacement de l'investissement, et la capitalisation boursière de la firme représente le produit du cours multiplié par le nombre d'actions.

3 .Les modèles stochastiques

3.1 L'instabilité du comportement d'investissement et recours aux modèles à paramètres variables :

Vu l'approche de (JUDGE & GRIFFITHS, 1980), le comportement d'investissement n'est pas stable ce qui fait recours à adapter des modèles a paramètres variables et prendre en compte les variations inter individus et /ou dans le temps. Ce qui revient à considérer l'hétérogénéité inter-individuelle et / ou inter-temporelle.

Définition :

Supposons qu'il existe N unité de décision ou N groupes différents indicés par i=1....N et T périodes successives, indicés par t=1...T, constituant un ensemble de T N observations pour les données de panel, le modèle générale est:

$$Y_{i,t} = \sum_{k=1}^{K} \beta_{k,i,t} \times X_{k,i,t} + \varepsilon_{i,t} \qquad \text{avec} \begin{cases} i = 1..N \\ t = 1..T \end{cases}$$

$Y_{i,t}$: Valeur de la variabilité dépendante pour la i éme unité a la période t.

$X_{k,i,t}$: Valeur de la k éme variable explicative l'i éme unité a la période t.

$\varepsilon_{i,t}$: L 'erreur non observée

- Estimation du modèle :

$$y_j = (\beta_1 + U_{1,j}) + (\beta_2 + U_{2,j})X_{2,j} + \cdots + (\beta_k + U_{k,j})X_{k,j} \quad \text{avec } j = 1 \ldots N$$

Les β sont des constantes inconnues

$U_{i,t}$: Variables aléatoires qui déterminent le vecteur des coefficients pour la j eme observation.

Le vecteur des coefficients pour la j eme observation est :

$$Y_j = X'_j + \varepsilon_j \quad \text{avec } j = 1 \ldots N$$

$$\varepsilon_j = X'_j U_j \text{ est le terme de perturbation}$$

$$X'_j = [1, X_{2,j}, X_{3,j}, \ldots, X_{k,j}]$$

$$U'_j = [U_{1,j}, U_{2,j}, \ldots, U_{k,j}]$$

$$\text{Avec} \begin{cases} E(U_j) = 0 \\ E(U_i U_j) = D \qquad \text{si i=j pour} \begin{cases} i = 1..N \\ j = 1..N \end{cases} \\ E(U_i U_j) = 0 \text{ sinon} \end{cases}$$

Et $D=\begin{pmatrix} \delta_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \delta_k \end{pmatrix}$

Ce modèle est un modèle avec un terme de perturbation héteroscédastique.

- <u>Estimation :</u>

Soit e le vecteur des résidus, estimé par les MCO dans le modèle précèdent

On sait que : $E(ee') = ME(\varepsilon\varepsilon')M$ avec M=1-X$(X'X)^{-1}X'$

Posons : $\hat{e} = e.e'$ et $\widehat{M} = M.M$

On aura : $E(ee') = \widehat{M}\sigma^2 = \widehat{M}\widehat{X}\delta$

Pour obtenir un estimateur des MCG du modèle, il faut appliquer à ce modèle les MCO pour déterminer le vecteur $\hat{e}$ et régresser ensuite ce vecteur par rapport à $\widehat{M}\widehat{X}$, on obtient un vecteur estimé, qui permet de calculer des estimateurs des variances des résidus grâce à l'équitation suivante:

$$\text{Var } \varepsilon_j = \sigma^2{}_j = \sum_{j=1}^{k} X_{i,j}^2 \delta_i = \widehat{X_j}'\delta$$

$$\widehat{X_j}' = \left[1, X_{2,j}{}^2, \dots, X_{k,j}{}^2\right] \qquad \text{Et} \qquad \delta' = [\,\delta_1, \dots, \delta_k]$$

En sommant les n variances, on aura :

$$\text{Var }(\varepsilon) = \sigma^2 = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 \\ \vdots \\ \sigma_n^2 \end{pmatrix} = \widehat{X}\delta$$

$\widehat{X}$ Est la matrice formée par les carrés des éléments de X.

Ce qui nous permet l'accès à un estimateur des MCG de β.

3.2 Classification des modèles à coefficient variable :

D'âpres l'approche de (JUDGE & GRIFFITHS, 1980), le modèle linéaire générale :

$$Y_{i,t} = \sum_{k=1}^{K} \beta_{k,i,t} \times X_{k,i,t} + \varepsilon_{i,t} \qquad \text{avec} \begin{cases} i = 1..N \\ t = 1..T \end{cases}$$

Est équivalent au modèle suivant :

$$Y_{i,t} = \beta_{1,i,t} + \sum_{k=2}^{K} \beta_{k,i,t} \times X_{k,i,t} + \varepsilon_{i,t} \qquad \text{avec} \begin{cases} i = 1..N \\ t = 1..T \end{cases}$$

Dans la pratique :

$$Y_i = \begin{pmatrix} Y_{i1} \\ \vdots \\ Y_{iT} \end{pmatrix} \quad , \; X_i = \begin{bmatrix} X_{2i1} & \cdots & X_{ki1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{2iT} & \cdots & X_{kiT} \end{bmatrix} \; , \; \varepsilon_i = \begin{pmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \vdots \\ \varepsilon_{iT} \end{pmatrix}$$

Où les données et les termes de perturbations relatifs à l'i eme unité :

$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix}$ De dimension (TN, 1)

$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix}$ De dimension (T, N (K-1))

$\varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$ De dimension (TN, 1)

Ce qui nous donne :

$$Y = [i \;\; X] \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta \end{bmatrix}$$

Ou i est un vecteur de dimension (TN, 1) et $\beta_1$un scalaire avec$\beta = (\beta_2, \ldots, \beta_k)$.

Les formes des modèles à coefficients variables :

Le modèle linéaire générale est :

$$Y_{i,t} = \beta_{1,i,t} + \sum_{k=2}^{K} \beta_{k,i,t} \times X_{k,i,t} + \varepsilon_{i,t} \qquad \text{avec} \begin{cases} i = 1..N \\ t = 1..T \end{cases}$$

3.2.1 Ordonné à l'origine variable et coefficient de la pente constant :

- <u>-Ordonné variant entre individus et coefficient de la pente constant :</u>

$$\beta_{1,i,t} = \beta_{1,i}$$

Dans ce cas on relâche l'hypothèse d'ordonné à l'origine identique (β_1 varie avec i), mais on conserve celle d'un vecteur commun des coefficients de régression pour toutes les unités de décision, on a deux modèles dans ce cas : modèle a variables Dumy ou coefficient fixe et le modèle à erreurs composées ou à coefficient aléatoires.

(Remarque : pour le choix, ce dernier doit être opérer sur la base de considération des types institutionnels relatifs au problème étudié).

✓ <u>-Ordonné variant dans le temps et coefficient de la pente constant :</u>

$$\beta_{1,i,t} = \beta_1 + \alpha_i + \gamma_t$$

Ce type de modèle autorise une variation de l'ordonné à l'origine à la fois par les unités de décision et pour les périodes, tenant compte de l'hypothèse d'un vecteur en identique pour i et t.

C'est le modèle à variable Dymy : α, γ sont aléatoires.

La perturbation s'écrit :

$$\varepsilon_{i,t} = \alpha_i \gamma_t + U_{i,t}$$

Ou les γ doivent être des tirages aléatoires, pour les différentes périodes, d'une loi quelconque, de même α est supposé identique pour toutes les unités pour la t éme période.

3.2.2 Ordonné à l'origine constant et coefficient de la pente variable :

- -Coefficient variant entre individus :

$$\beta_{k,i,t} = \beta_k + \alpha_{ki}$$

Modèle à coefficients composés :Dans ce cas on a α Fixe et par suiteβ est fixe.

✓ Modèle de SWAMY :

α Aléatoire et par suite β est aléatoire.

Supposons l'homogénéité temporelle alors sous,

$$H_0 : \beta_{k,i,1} = \beta_{k,i,2} = \beta_{k,i,3} = \cdots = \beta_{k,i}$$

$$Y_{i,t} = \sum_{k=1}^{K} \beta_{k,i} \times X_{k,i,1} + \varepsilon_{i,t} \qquad \text{avec } \begin{cases} i = 1..N \\ t = 1..T \end{cases}$$

Qui est équivalent au modèle :

$$Y_{i,t} = X'_{i,t}\beta_i + \varepsilon_{i,t}$$

Avec :

$\beta_{k,i}$ Sont aléatoires et $k\epsilon[1 \ldots . K]$

$X'_{i,t}$=($X_{1,i,t}, \ldots \ldots .., X_{k,i,t}$)

β_i=($\beta_{1,i}$,……………, $\beta_{k,i}$)

Posons

β_i=β+α_i , β= (β_1,…. β_N) Et α= ($\alpha_{1,i}$,…. $\alpha_{k,i}$)

On trouve le modèle suivant :

$$Y_{i,t} = \sum_{k=1}^{K} (\beta_k + \alpha_{k,i}) X_{k,i,t} + \varepsilon_{i,t} \qquad \text{avec} \begin{cases} i = 1..N \\ t = 1..T \end{cases}$$

Remarque : si β est constante , on prend le modèle à coefficients composés, sinon on choisit le modèle de SWAMY,(SWAMY ,1970).

- <u>-Coefficient variant entre individus et dans le temps :</u>

On applique ici le modèle de HSIAO :

$$\beta_{k,i,t} = \beta_k + \alpha_{k,i} + \gamma_{k,t}$$

Dans ce modèle d'après (HSIAO, 1974) on fait l'hypothèse que le coefficient d'une variable explicative a simultanément une composante spécifique à l'individu et une composante spécifique à la période ce qui nous donne :

$$Y_{i,t} = \sum_{k=1}^{K} (\beta_k + \alpha_{k,i} + \gamma_{k,t}) X\beta_{i,t} \qquad \text{avec} \begin{cases} i = 1..N \\ t = 1..T \end{cases}$$

Ce qui implique $Y_{i,t} = X'_{i,t}\beta_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$ avec $\beta_{i,t} = \beta + \alpha + \gamma$

Et finalement $\quad Y_{i,t} = X_{i,t}\beta + U_{i,t}$ avec $U_{i,t} = (U_{i,t} = X_{i,t}\alpha_i + X'_{i,t}\gamma_t + \varepsilon_{i,t})$

Et γ_k, α_k sont aléatoires.

On faisant l'estimation par les MCG et aussi par la méthode maximum de vraisemblances on trouve :

$$\widehat{\beta_{MCG}} = (X'M^{-1}X)^{-1}(X'M^{-1}X)$$

Ainsi sa variance : Var $(\widehat{\beta_{MCG}})$= $(X'M^{-1}X)^{-1}$

M : Combinaison linéaire des matrices connues..

- <u>-Coefficient variant dans le temps :</u>

Dans ce cas les coefficients varient uniquement dans la dimension temporelle si on suppose l'homogénéité individuelle, alors sous l'hypothèse nulle les $\beta_{k,i,t}$ sont constantes entre individus :

$$H_0 : \beta_{k,1,t} = \beta_{k,2,t} = \beta_{k,3,t} = \cdots = \beta_{k,t}$$

Et par suite :

$$Y_{i,t} = \sum_{k=1}^{K} \beta_{k,i,t} \times X_{k,i,t} + \varepsilon_{i,t} \qquad \text{avec } \begin{cases} i = 1..N \\ t = 1..T \end{cases}$$

S'écrit :

$$Y_{i,t} = \sum_{k=1}^{K} \beta_{k,t} \times X_{k,i,t} + \varepsilon_{i,t} \qquad \text{avec } \begin{cases} i = 1..N \\ t = 1..T \end{cases}$$

Et sous la forme vectorielle :

$Y_t = X'_t\beta_t + \varepsilon_{i,t}$ Avec t=1…..T

Ainsi on peut adapter les modèles à paramètre convergent dans ce cas.

Modèle à paramètre convergent :

On remplace β_t par :$\beta_t^* = \beta_t$ - β

Et β_{t-1} par :$\beta_{t-1}^* = \beta_{t-1} - \beta$

On obtient :

$$\beta_t = (I - G)\overline{\beta_t} + G\, \beta_{t-1} + \varphi_t \qquad \text{avec } \overline{\beta_t} = \beta$$

(G : matrice carrée de transition fixe de dimension K.)

Et par suite nous trouvons l'écriture suivante :

$$Y_t = X'_t\overline{\beta_t} + X'_t\beta_t^* + \varepsilon_t \qquad \text{Avec t=1 ……T}$$

Conclusion

Les travaux empiriques et théoriques parus ces dernières années et qui analysent l'investissement semblent accorder un poids important aux contraintes de financement qui conditionnent la décision d'investissement des entreprises (Hamon, 1986)et (Blejer & Khan, 1984) ,ce qui a heurté la modélisation de l'investissement à de graves difficultés et les économistes sont confrontés à plusieurs problèmes ,de plus la dégradation des ajustements économétriques de l'investissement justifie particulièrement le recours vers des modèles plus sophistiqués qui traduisent la réalité.

Dans un modèle de régression classique une des hypothèses les plus importantes est la constante des coefficients de la régression pour l'ensemble des observations testées, au fur et à mesure du développement des modèles économétriques, cette hypothèse n'a pas résisté à l'épreuve, ce qui nous a poussé à adapter d'autres modèles qui acceptent la variabilité des coefficients et cela semble plus logique du point de vu économétrique car le fait de se baser seulement sur des modèles à paramètres constants ne reproduit pas la réalité et par suite donne des divergences aux niveaux des résultats ,aussi cette optique nous ouvrent les portes sur plus de modèles dans le futur qui peuvent bien être adéquats au comportement de l'investissement instable et qui répondent à un souci d'adaptation des modèles économétriques à la réalité à la fois changeante et permanente de l'économie à titre d'exemple on peut citer les modèles à correction d'erreurs qui donnent un grand intérêts à la modélisation de l'investissement en tenant compte de plus d'hypothèses qui nous rapprochent de plus en plus de la réalité et nous aident à distinguer dans le comportement d'investissement les dynamiques de court terme des relation à long terme.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Beljer I. & Khan M. (1984). «Government policy and private investment in developing countries.vol 31,number 5,September » p : 379 - 403.

[2] Berndte R. (1991). «The practice of econometrics classic and contemporary addition Wesley publishing company»

[3] El kihal A. & Hattab S. (2019). « LE FINANCEMENT PAR CAPITAL RISQUE AU MAROC » Revue Internationale des Sciences de Gestion « Numéro 5: Octobre

[4] Hamon J. & Malecot J. (1986). «contraintes financières et demande d'investissements des entreprises, revue économique numéro 5,septembre» p : 885-923.

[5] Hsiao C. (1974). «statistical inference for a model with both random cross sectional and time effects».International economic review, vol, 15 (1986), analysis of panel data

[6] Jorgenson D. (1963). « Capital Theory and Investment Behavior », the American Economic Review, (53): 247–259.

2019 / Volume 2 : numéro 4 » p : 291 – 305.

[7] Judge G. & Griffiths W. (1980). «The Theory and Practice of Econometrics John Wiley».

[8] Moujahid M. & Khariss M. (2021). «Principaux déterminants des investissements directs étrangers au Maroc : étude économétrique par le modèle VAR.», Revue Française d'Economie et de Gestion «Volume 2 : Numéro 4» pp : 155 – 177

[9] Muet P. (1979). «Les modèles « néoclassiques » et l'impact du taux d'intérêt sur l'investissement : un essai de synthèse Revue économique Année 1979»..

[10] Muet P. (1979). «La modélisation macroéconomique : une étude de la structure et de la dynamique des modèles macro économétriques. pp. 3-62. »

[11] Swamy P. (1970). «Efficient inference in a random coefficient regression model», Econometrica ,vol 3,pp 103-42.

[12] Tinbergen J. (1934). « Test statistique des théories du cycle économique, vol 1 : une méthode et son application ».

[13] Tobin J. (1969). « A general equilibrium approach to monetary theory », Journal of Money, Credit and Banking, n° 1, 1969.