Méthode d'estimation du stock de capital : essai d'application à l'industrie publique algérienne

H.Necib*

Introduction

L'une des faiblesses des comptabilités nationales des PED est qu'elles sont essentiellement fondées sur la *mesure des flux* (production, revenus, consommation, investissement, etc.) et *non des stocks* (patrimoine, capital fixe etc.) qui sont pourtant importants pour l'étude des phénomènes économiques.

Le Système des Comptes Economiques Algériens (SCEA) d'aujourd'hui ne comporte pas de *comptes de patrimoine* nécessaires à l'évaluation des variables de stocks. Aussi, la non-disponibilité d'une série de capital en Algérie affecte-t-elle toute recherche relative à la dynamique du système productif mis en place par les pouvoirs publics depuis le lancement de la stratégie nationale de développement.

En effet, pendant longtemps, la notion de *capital* y était perçue sous un angle très particulier et souvent de manière controversée. Aucune étude empirique n' y a été faite sur l'estimation du *stock de capital*, à l'exception de quelques tentatives individuelles de certains chercheurs, dans le cadre de leurs travaux universitaires.

La carence informationnelle de ce type constitue un obstacle pour les travaux économétriques, qu'il s'agisse d'estimation de *fonction de production* ou de *modèles macro économétriques*. Très souvent, la variable de stock liée au *capital* y est remplacée avec des incidences négatives sur la pertinence des modèles, par celle de flux relative à *l'accumulation brute des fonds fixes* (ABFF).

C'est pour éviter cet écueil que nous nous proposons d'estimer le *capital fixe productif* dans l'industrie publique. Mais

---

* Chargée de cours ESC

cet exercice ne va pas sans poser des problèmes d'ordres conceptuel et technique.

Par *problèmes conceptuels*, nous entendons les difficultés liées à la définition et à l'agrégation du capital et par *problèmes techniques,* celles liées à sa mesure.

La notion de capital est une des plus discutées en science économique. En effet, le contenu du capital est si varié qu'il est insensé d'œuvrer à en dégager un *concept unique*. Pour cette raison, nous simplifierons l'analyse en nous limitant au seul *capital fixe productif.*

Selon J. Robinson (1965) « le problème de la mesure du capital est un problème de mot ». Il est donc possible de s'entendre sur la définition et la composition du capital et ne pas être d'accord sur son évaluation. Parmi les méthodes empiriques possibles, certaines sont directes, d'autres indirectes; mais toutes estiment le capital disponible, plus en termes de capital fixe productif qu'en termes de services qu'il rend.

Le capital fixe productif est évalué soit, à partir des déclarations fiscales des entreprises, soit en cumulant les investissements corrigés par les amortissements.

Pour éviter le biais introduit par les pratiques fiscales, les statisticiens utilisent généralement la seconde méthode appelée *méthode de l'inventaire permanent* ou *méthode chronologique* qui nécessite d'une part, l'existence de *séries d'investissements* sur une très longue période, et d'autre part, *l'estimation des durées de vie, des lois de mortalité et de dépréciation*. Parce que les durées de vie sont mal connues et susceptibles de varier en fonction de la conjoncture économique, la plus forte incertitude saisie y est forcément liée.

L'introduction de ces dernières nous permet de faire un rapprochement entre *l'étude de la population active* et *celle des équipements*, sous la réserve liée l'incidence de ces derniers sur l'agrégation. En effet, la population des équipements est plus hétérogène que celle des travailleurs.

Pour pallier au problème d'agrégation, nous ferons recours à l'évaluation en *valeur* (prix nominaux) et en *volume* (prix constants).

La méthode retenue est celle de *l'inventaire permanent* appelée aussi *méthode chronologique*. Le modèle développé se base essentiellement sur le calcul de la *loi de survie nette* de l'investissement. Il suppose plusieurs hypothèses :

- une loi d'obsolescence qui est une loi log-normale tronquée à 100 ans ;

- une constance des lois de survie ;

- un âge moyen des équipements défini au préalable ;

- une linéarité des taux d'amortissement.

Sur la base de ces hypothèses, ce modèle permet d'obtenir *plusieurs variantes de stock de capital*. Appliqué à l'industrie publique algérienne, ce modèle devra donner des résultats satisfaisants.

Signalons enfin, que notre choix de l'industrie publique s'explique par deux raisons:

- d'abord, la disponibilité de l'information relative à l'investissement sur une assez longue période;

- ensuite, l'importance de la formation du capital dans ce secteur.

L'étude qui suit fait principalement appel aux sources statistiques officielles résultant de la comptabilité nationale, des enquêtes statistiques correspondantes et des comptabilités d'entreprises publiques. Elle se propose d'évaluer le stock de capital dans l'industrie publique algérienne et notamment par branche d'activité.

Dans un premier temps, nous exposerons la méthode théorique retenue et dans un second temps, les commentaires qu'appellent les résultats empiriques. Le stock de capital estimé servira de base à l'appréciation de la fonction de production et à l'analyse des productivités des facteurs.

1. Estimation du stock de capital

1.1. Présentation de la méthode

Comme nous le soulignions ci-dessus, la méthode retenue dans le cadre de l'évaluation du stock de capital est l'inventaire permanent, appelé communément méthode chronologique. En général, les investissements des différentes branches sont décomposés en produits (matériel, bâtiments, les frais, etc.). Seule l'évaluation du capital productif est présente ici. Il comprend les constructions hors logement, le matériel hors transport et le matériel de transport.

Le capital brut en volume est calculé en appliquant aux investissements passés une *loi de survie* supposée fixe au fil du temps. De la même manière, les déclassements sont obtenus en appliquant aux investissements passés une *loi d'obsolescence fixe*. Cette dernière, comme nous l'indiquions ci-dessus, est la *loi log-normale*. La durée de vie moyenne dépend de la branche et surtout du produit investi. Elle est généralement de 10 à 20 ans pour les matériels, de 30 à 40 ans pour les bâtiments. Dans notre cas, on suppose qu'elle varie en moyenne de 20 à 30 ans.

Le capital net et les amortissements, sont obtenus en provisionnant chaque fraction d'investissements sur sa durée de vie, avec une loi d'amortissement linéaire. (Ministère français de l'économie (1993)). L'hypothèse de constance des lois de survive est inévitable, en raison du manque d'informations directes sur les mises au rebut et leur évolution dans le temps.

A une date donnée, l'énumération de tous les équipements existants définit et mesure le stock ou parc d'équipement ; il s'agit du capital brut ou du capital fixe productif.

Entre deux dates, le stock d'équipements connaît une variation qui résulte de deux flux de sens opposés : les *entrées d'équipements nouveaux* ou accumulation brute des fonds fixes et les *sorties* qui ne sont autres que les *mises à la retraite* ou les *déclassements*.

Pour des parcs d'équipements suffisamment nombreux, dans les conditions d'emploi et d'obsolescence qui peuvent être qualifiées de normales, les distributions statistiques de leurs durées de vie sont assez régulières et stables. On les admet comme des « lois » de durée d'utilisation ou de vie des équipements ou comme des lois de mortalité. La loi de mortalité pour un parc d'équipement important, permet, lorsqu'elle existe, de prévoir les sorties en fonction des entrées et donc une bonne gestion du parc.

Jacques MAIRESSE (1972) note que dans le cas où nous nous intéressons aux services productifs que fournissent les équipements en nombre d'années, dans les conditions normales d'emploi et d'obsolescence, nous pouvons dire que la totalisation du nombre d'années d'utilisation à venir des équipements définit et mesure le stock de leurs services productifs potentiels.

On parle alors de *capital net* (fixe productif) ou de *capital amorti* au sens économique du terme.

De même que les lois de mortalité permettent de prévoir le renouvellement des investissements, les lois d'amortissement ou encore de dépréciation permettent de calculer leurs amortissements. Si nous mesurons seulement les services productifs des équipements en nombre d'années d'utilisation, les lois de dépréciation se déduisent des lois de mortalité.

L'investissement s'amortit linéairement, lorsqu'il a une durée de vie de n années, et lorsque son amortissement se fait d'une manière constante, et au $^1/_n$ $^{\text{ième}}$ de l'investissement.

2.2 Le modèle mathématique

La loi d'obsolescence est supposée être une loi log-normale tronquée à 100 ans. Avec un âge continu, la densité d'une loi log-normale non tronquée s'écrit :

$$\mu(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\frac{1}{t}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - m}{\sigma}\right)^2\right\}$$

où t est l'âge, m et σ respectivement la moyenne et l'écart-type de la loi normale associée.

La fonction de survie mesure la part non déclassée du capital à l'âge t. C'est le complémentaire à un (01) de la fonction de répartition :

$$f(t) = 1 - F(t) \text{ avec } \quad F(t) = \int_0^t \mu(u)du$$

$$f(t) = 1 - \int_0^t \mu(u)du \quad \text{avec } u \text{ : variable muette.}$$

Le développement de $F(t)$:

$$F(t) = \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\frac{1}{u}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln u - m}{\sigma}\right)^2\frac{du}{u}\right\}$$

Posons $v = \dfrac{\ln u - m}{\sigma} \Rightarrow dv = \dfrac{1}{\sigma}\dfrac{1}{u}du$

d'où $$F(t) = \int_0^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} - \exp\left\{-\frac{v^2}{2}\right\}dv = \pi\left(\frac{\ln t - m}{\sigma}\right)$$

Soit

$$f(t) = 1 - F(t) = 1 - \pi\left(\frac{\ln t - m}{\sigma}\right)$$

où π est la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite.

Ces formules permettent d'exprimer en fonction de m et de σ, les principales caractéristiques de déclassement et de survie. Le mode (âge où le déclassement est maximal), la médiane (âge tel que le taux de survie atteint 50%) et la moyenne (durée de vie) valent :

Mode$= \exp(m-\sigma^2)$ Médiane $=\exp(m)$ et la Moyenne$=\exp\left(m+\frac{\sigma^2}{2}\right)$

Cependant, l'application de cette méthode avec une loi de survie infinie est délicate. Cela suppose de disposer, soit d'une série infinie d'investissement, soit de façon équivalente, d'un stock de capital initial. Pour cette raison, on considère qu'il existe un âge maximal du capital (en pratique 100 ans), ce qui autorise à tronquer la loi de déclassement. Les formules précédemment développées pour un cas très général doivent être légèrement modifiées pour prendre en compte cette dernière contrainte. Aussi, la densité de la loi de déclassement devient :

$\mu'(t)=\mu(t)\times B.1_{[0.100]}(t)$ (où $1_{[0,100]}$ est une fonction indicatrice qui prend les valeurs (1ou 0) où B est une constante telle que :

$$\int_0^t \mu'(t)dt = 1$$

C'est-à-dire, tel que le déclassement soit complet au bout de 100 ans. En d'autres termes, nous voulons avoir une loi définie sur seulement $]0,100[$. Ce qui conduit à éliminer tout ce qui est au-dessus de 100. Ceci se traduit par la fonction qu'on appelle $\mu'(t)$ telle que :

$$\mu'(t)=\begin{cases}\mu(t)B & sur\ [0,100] \\ 0 & \text{sinon}\end{cases}$$

où B est une constante qui va rectifier la valeur globale de la fonction de répartition normée à 1, c'est-à-dire :

$$\int_0^{100} \mu'(t)dt = 1 \Leftrightarrow 1 = \int_0^{100} B.\mu(t)dt$$

$$1 = B\int_0^{100} \mu(t)dt$$

$$1 = B.[F(100) - F(0)] \text{ avec } F(0) = 0$$

soit $\quad 1 = B[F(100)]$

D'où $B = \dfrac{1}{F(100)} = \dfrac{1}{\pi\left[\dfrac{\ln(100) - m}{\sigma}\right]}$

Les formules modifiées des lois de déclassement et de survie s'écrivent :

La loi de déclassement :

$$\mu'(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\frac{1}{t}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - m}{\sigma}\right)^2 \cdot \frac{1}{\pi\left[\dfrac{\ln(100) - m}{\sigma}\right]}\right.$$

La loi de survie : $f'(t) = 1 - F'(t)$ sachant que

$$F'(t) = \int_0^t \mu'(u)du$$

$$F'(t) = \int_0^t \mu'(u)du = \int_0^t B.\mu(u)1(u)_{]0,100[}du$$

On a alors :

$$F'(t) = B\int_0^t \mu(u)du = B.F(t) = B.\pi\left[\frac{\ln t - m}{\sigma}\right]$$

$$\text{Soit : } F'(t) = \frac{1}{\pi\left[\frac{\ln(100) - m}{\sigma}\right]}.\pi\left[\frac{\ln t - m}{\sigma}\right]$$

Enfin, la loi de survie s'écrit :

$$f'(t) = 1 - F'(t)$$

$$f'(t) = 1 - \frac{\pi\left[(\ln t - m)/\sigma\right]}{\pi\left[(\ln 100 - m)/\sigma\right]}$$

Les valeurs numériques des coefficients annuels de survie et de déclassement sont obtenues par approximation discrète des lois de survie théoriques continues.

Le coefficient de déclassement du capital au cours de la $i^{ème}$ année noté α_i s'écrit :

$$\alpha_i = \int_i^{i+1} \mu'(u)du = f'(i) - f'(i+1) \text{ pour } i = 0 \cdots 99$$ [1]

---

[1]

$$\alpha_i = \int_i^{i+1} \mu'(u)du = 1 - f'(i+1) - (1 - f'(i)) = f'(i) - f'(i+1)$$

Le coefficient de survie du capital à la fin de la i^{eme} année noté β_i s'écrit en utilisant le même type de calcul.

$$\beta_i = f'(i+1) = 1 - \frac{\pi\left[\left(\ln(i+1) - m\right)/\sigma\right]}{\pi\left[\left(\ln(100) - m\right)/\sigma\right]}$$

En disposant d'une série longue des investissements, nous pouvons appliquer facilement les deux formules suivantes :

- pour le déclassement D_t :

$$D_t = \sum_{i=0}^{i=99} \alpha_i I_{t-i}$$

- pour le capital de fin d'année K_t :

$$K_t = \sum_{i=0}^{i=99} \beta_i I_{t-i}$$

Les remplacements de K_t et D_t en fonction de leurs expressions respectives et l'identification des différents termes en I_t livrent la relation de récurrence liant les coefficients de déclassement et de survie :

$$\beta_i = \beta_{i-1} - \alpha_i \quad \text{avec} \quad \beta_i = -1 \text{ [2]}$$

Cette expression signifie que la fraction de capital restant à la fin de l'année i est égale à la fraction existante au début de l'année, diminuée de la part déclassée au cours de l'année. En pratique, ce sont les coefficients β_i qui sont calculés d'abord. Cela

---

[2] En effet nous avons

$$\alpha_i = f'(i) - f'(i+1)$$

$$\beta_i = f'(i+1) \Rightarrow \beta_{i-1} = f'(i)$$

$$d'où \alpha_i = \beta_{i-1} - \beta_i \Leftrightarrow \beta_i = \beta_{i-1} - \alpha_i$$

nécessite une fonction pouvant calculer numériquement l'intégrale π de la loi normale centrée réduite. Ensuite, les coefficients de déclassement α_i sont calculés en appliquant à l'envers la récurrence.

$$\alpha_i = \beta_{i-1} - \beta_i$$

Le coefficient d'amortissement du capital mesure son usure économique. Pour construire une loi d'amortissement cohérente avec la loi de déclassement, on doit supposer que la fraction α_i déclassée au cours de l'année i est entièrement et exactement «provisionnée » au préalable et que cet amortissement est linéaire. L'échéancier d'amortissement se présente alors sous la forme :

Année de déclassement	Année d'amortissement 0 1 2 ---------- i-----------99	Total
0	α_0	α_0
1	$\alpha_1/2 \quad \alpha_1/2$	α_1
2	$\alpha_2/3 \quad \alpha_2/3 \quad \alpha_2/3$	α_2
i	$\alpha_i/i+1 \quad \alpha_i/i+1 \quad \alpha_i/i+1 \ldots \alpha_i/i+1$	α_i
99	$\alpha_{99}/100 \ldots\ldots\ldots\ldots \alpha_{99}/100$	α_{99}
Total	$\alpha'_0 \quad \alpha'_1 \quad \alpha'_2 \ldots\ldots \alpha'_{99}$	1

Au total, la fraction de capital amortie de l'année i, notée α'_i est égale au dernier amortissement de la fraction de capital déclassée, la même année, plus les amortissements des fractions de capital qui seront déclassées ensuite :

$$\alpha'_i = \sum_{j=1}^{99} \alpha_j / j+1$$

En pratique, le coefficient d'amortissement α'_{99} c'est-à-dire $\alpha_{99}/100$ est calculé d'abord, les autres coefficients sont déduits de la relation de récurrence suivante :

$$\alpha'_{i-1} = \alpha'_i + \alpha_{i-1} / i$$

Le coefficient de survie du capital net à la fin de la i^{ème} année noté β'_i, est donné par la relation de récurrence :

$$\beta'_i = \beta'_{i-1} - \alpha'_i \quad \text{avec } \beta_{-1} = 1$$

Les amortissements et la capital net se déduisent des mêmes formules que pour les déclassements et le capital brut, en remplaçant α_i par α'_i et β_i par β'_i.

3. Application à l'industrie publique algérienne

3.1. Les données statistiques

Les données statistiques algériennes ne permettent pas de rassembler des séries d'investissements suffisamment longues par secteur, encore moins par branche et qui en aident à l'estimation du stock initial.

En effet, ces séries ne couvrent pas la durée de vie moyenne de capital. Par ailleurs, il n'existe aucune estimation précise du capital fixe par secteur en Algérie. Son estimation par le modèle mathématique, exposé plus haut, reste l'alternative la plus abordable.

3.2. La reconstitution de la série de capital

Les agrégats retenus sont exprimés en valeurs et en volume. L'homogénéité recherchée est obtenue donc à l'aide des prix et de manière générale par le recours à la monnaie.

Les séries d'investissements dont nous disposons sont évaluées en prix courants par les comptables nationaux. Le passage de l'évaluation de l'investissement en valeur à l'évaluation en volume s'est fait grâce à la déflation pour les indices de prix à l'accumulation brute des fonds fixes (ABFF), ce qui permet de résoudre le problème de l'indisponibilité d'un indice de prix à l'investissement.

On passe alors à l'évaluation en prix constants d'une même année de référence, soit ici, 1984, l'année de base choisie. Ce qui autorise des comparaisons spatiales et temporelles globales.

L'application du modèle mathématique exposé plus haut et inspiré d'une méthode appliquée en démographie, nous permet de reconstituer une série de capital moyennant certaines hypothèses que nous examinerons de plus près.

Rappelons que dans le modèle, la loi log-normale est tronquée sur 100 ans. Cette durée est supposée couvrir largement la durée de vie du capital dans toutes ses composantes et surtout les bâtiments.

La méthode suggérée est valable pour les estimations du *capital brut* et le *capital net*. Les renouvellements et les amortissements sont calculés à partir des investissements et des lois de mortalité et de dépréciation. Le capital brut est le cumul des investissements diminués des renouvellements, le capital net celui des investissements diminués des amortissements (au sens économique dégressif et linéaire).

Si le principe de cette méthode chronologique ou d'inventaire permanent est simple, elle présente d'importantes difficultés d'application. Elle consiste à partir de l'évolution du volume des différentes catégories d'investissements, de la distribution de leurs durées de vie et du rythme de leurs dépréciations.

Or, nos connaissances sur ces points sont insuffisantes et donc, nous devons accepter des approximations sur la base d'hypothèses.

3.2.1 Hypothèses des durées de vie

La première hypothèse du modèle concerne la durée de vie de l'équipement. Sachant que nous ne disposons d'aucune information précise y afférente, nous avons établi trois propositions (voir H. Necib; 2000) :

une durée de vie de 20 ans;

– une durée de vie de 25 ans;

– une durée de vie de 30 ans.

Ces durées de vie sont retenues par référence aux hypothèses des travaux tentés dans ce domaine par certains pays (Egypte, Maroc, Inde) comparables à l'Algérie.

3.2.2 Hypothèses liées aux paramètres de la loi log-normale.

Etant donné qu'on utilise une loi log-normale comme fonction de survie de l'équipement, deux paramètres sont à prendre en considération, *la moyenne* m et *l'écart –type* σ

Sachant que ce modèle est emprunté à d'autres expériences qui disposent d'informations plus fines permettant d'estimer σ à partir de données détaillées, deux valeurs ont été testées pour σ à savoir $\sigma = 0{,}6$ et $\sigma = 0{,}5$.

Dans l'impossibilité d'obtenir ce résultat pour manque d'informations, on a estimé le stock de capital en combinant ces deux variantes aux trois hypothèses de durée de vie à savoir 20, 25 et 30 ans.

Ainsi, pour chaque durée de vie et chaque σ, on obtient une moyenne m différente qui sera utilisée directement dans le calcul de β' qui correspond au coefficient de survie du capital net.

A titre d'exemple, pour une durée de vie de 20 ans et σ = 0,5 on obtient m = 2,87 à partir de la moyenne d'âge donnée par la formule de la loi log-normale.

Elle s'écrit :

$$moyenne = \exp\left\{m + \sigma^2/2\right\}$$

$$20\,ans = \exp\left\{m + (0.5)^2/2\right\}$$

m = 2,87

Ces estimations nous ont permis, moyennant l'utilisation d'une macro fonction d'Excel de reconstituer pour chaque branche d'industrie ainsi que pour le total -six (06) variantes de stock de capital différentes.

A titre d'illustration, nous fournirons ci-après, les six (06) variantes du total de l'industrie publique hors hydrocarbures et seulement une (01) variante pour les différentes branches de l'industrie, par souci de ne pas alourdir le texte (voir annexe).

4. Estimation de la fonction de production.

L'objet de cette étape est d'estimer une spécification de fonction de production dans le but de tester la validité des séries de capital obtenues.

Les différentes hypothèses sur la durée de vie, citées plus haut, nous ont permis, moyennant le modèle proposé, de calculer plusieurs variantes de stocks de capital. Il s'agit maintenant de savoir laquelle de ces variantes est la meilleure et donc à retenir. Le seul moyen probant reste l'estimation économétrique de la fonction de production qui permet de départager les différentes variantes.

4.1. Tests de sensibilité des résultats

Nous avons défini un ensemble d'hypothèses alternatives relatives aux entrées et aux lois citées plus haut pour appliquer cette méthode en variante et pouvoir juger de cette façon de la sensibilité des résultats. Les coefficients de déclassements et de survie sont calculés automatiquement, ainsi que l'ensemble des séries (capital brut, capital net, déclassements, amortissements, âge moyen, etc.) sur l'ensemble des données disponibles, avec des résultats, depuis 1967, pour les neuf branches ainsi que pour le global.

Pour juger de la sensibilité des résultats nous avions eu recours aux tests par l'estimation de la fonction de production du type Cobb–Douglas.

Soit l'équation suivante : $Q_t = AL_t^{\alpha} K_t^{\beta} e^{\varepsilon_t}$

où L_t et K_t sont les facteurs de production, travail et capital, A progrès autonome et Q_t le niveau de production.

Cette équation est linéarisable en :

$$\log(Q_t) = \log(A) + \alpha \log(L_t) + \beta \log(K_t) + \varepsilon_t$$

et homogène de degré $(\alpha + \beta)$.

Le test nous montre que parmi toutes les variantes envisagées pour le total hors hydrocarbures, bien qu'elles donnent toutes des résultats satisfaisants, seuls la série de capital LK525 est à retenir[3].

[3] LK525 : le logarithme du capital obtenu pour 27 observations (1968-1994), sous les hypothèses durée de vie égale à 25 ans et $\sigma = 0.5$.

De l'ensemble hors hydrocarbures seulement deux (02) branches ont été testées de la même manière que pour le public total. Il s'agit des I.S.M.M.E. et du textile, la première branche étant très fortement capitalistique.

Par analogie, les résultats obtenus sont aussi satisfaisants, la série de capital qui donne des résultats meilleurs est celle relative à la période 1967 1989. et correspond à LK525 pour le textile et LK630 pour les I.S.M.M.E. Les résultats économétriques seront analysés en détails dans ce qui suit :

4.2. Analyse des résultats des différentes régressions

Partant de notre conviction que la fonction de production est un moyen fiable de tester la validité des séries de stocks de capital obtenues, nous avons fait plusieurs estimations à partir de la fonction Cobb-Douglas au niveau de l'ensemble de l'industrie publique hors hydrocarbures, ainsi que pour les deux branches délibérément choisies, en l'occurrence le textile et les ISMME (industries sidérurgique, métallique, mécanique et électrique).

Comme pour n'importe quel travail économétrique, il est tout à fait normal de procéder à l'estimation des paramètres de la fonction Cobb-Douglas après l'avoir linéarisé, en utilisant la méthode des moindres carrés ordinaires sur l'ensemble des observations disponibles.

Nous allons donc passer en revue les résultats des différentes estimations en commençant par le total de l'industrie publique hors hydrocarbures, ensuite nous examinerons ceux relatifs aux deux autres branches.

4.2.1. Total de l'industrie publique lors hydrocarbures (I.P.H.H)

Pour le total de l'industrie (I.P.H.H.) les observations disponibles sur la valeur ajoutée (V.A), l'emploi (EMP) et le capital (K) s'étalent de 1967 à 1995 aux prix constants (1984) pour le capital et la valeur ajoutée.

Des estimations ont été faites en considérant plusieurs échantillons réduits du type : (1968-1994), (1967-1989) (1970-1995). Parmi cet ensemble de régressions, une seule particulièrement intéressante et très significative a été faite en supposant que les perturbations suivent un processus de moyenne mobile d'ordre (1) [MA (1)]. Pratiquement, aucune amélioration n'a été obtenue (pour plus de détails, voir H.Necib - 2000).

Des estimations ont été faites en considérant plusieurs échantillons réduits du type (1967 – 1994), (1967 – 1989), (1970 – 1995) etc.

Dans cet ensemble de régression, une seule à été particulièrement intéressante et très significative, voire de meilleure qualité. Il s'agit de l'estimation faite sur la période (1968 – 1994) pour la variante de capital K525 c'est-à-dire pour $\sigma = 0,5$ et la durée de vie égale à 25 ans.

Ainsi le modèle s'écrit :

$$Lva = C + \alpha \, Lemp + \beta \, LK\,525$$

Le modèle a été estimé en considérant les données de la période (1968-1994). Mais nous avons découvert que les perturbations ne sont pas indépendantes ; ce qui nous a conduit à faire deux autres régressions, la première en supposant qu'il y a une autocorrection d'ordre 1 [AR (1)] dont les résultats n'ont pas été concluants et la seconde, en considérant un processus de moyenne mobile [MA (1)] qui a donné des résultats significatifs comme le montrent les résultats suivants de la régression. $\widehat{LVA} =$

$$2.8036233 + 0,8646495 \; Lemp + 0,1912249 \; LK\,52 \qquad (10,992)$$

$$(7,659) \qquad\qquad (2,928)$$

Entre parenthèses figure le « t » de Student

Au vu de ces résultats, ce modèle est très significatif puisque tous les critères d'acceptation d'un modèle, du point de vue économétrique sont réunis. Ainsi, nous pouvons conclure que pour le total de l'industrie (IPHH) la meilleure variante est celle de K525, c'est-à-dire celle dont la durée de vie est de 25 ans et σ = 0.5.

Tableau 1. Résultats de l'estimation

	Valeurs des paramètres	Ecart-type	T.Student	Probabilité de rejet des paramètres
$\hat{C}$	2.8036233	0.2550728	10.991463	0.0000
$\hat{\alpha}$	0.8646495	0.1128968	7.6687612	0.0000
$\hat{\beta}$	0.1912249	0.0653144	2.9277613	0.0076
R^2	0.976263			
D.W	1.863076			
SCR	0.249817			
Prob. F-Stat.	0.0000			

4.2.2. Analyse des résultats économétriques des fonctions de production de l'industrie textile et des ISMME

Il n'est pas très utile de reconsidérer la démarche suivie pour l'analyse des résultats des deux branches, puisqu'il s'agit pratiquement du même principe, sauf que, faute d'informations, l'estimation a été faite sur 23 observations (1967-1989) et que les données ont présenté une certaine stabilité. Ceci nous a permis d'éviter de travailler sur les échantillons réduits.

4.2.2.1. Industrie textile

Comme pour le total hors hydrocarbures, plusieurs modèles ont été estimés. Dans la plupart des cas, le seul critère qui pose problème est celui de *l'indépendance des erreurs*. Ce qui nous a conduit à recourir aux méthodes d'estimation en supposant que les perturbations suivent un *processus autorégressif* (AR) ou de *moyenne mobile* (MA).

Après plusieurs estimations, le modèle retenu est le suivant :

$$LVA = C + \alpha EMP + \beta LK525 + \varepsilon$$

Ce modèle estimé sur 23 observations avec une instruction [MA (1)], a donné des résultats plus que satisfaisants :

$$\hat{LVA} = 2{,}3288651 + 0{,}5531373 \text{ L EMp} + 0{,}3437633 \text{ LK525}$$

(9.523) (4,254) (5,666)

Entre parenthèses figurent les « t » de Student.

L'examen de ces résultats confirme l'intérêt de ce modèle.

Comme pour le total hors hydrocarbures la variante la plus intéressante est K525, c'est à dire celle qui correspond à 25 ans de durée de vie et $\sigma = 0.5$.

4.2.2.2. Industries-ISMME

Selon la même démarche, que pour le textile, l'analyse des résultats de l'industrie des ISMME donne un modèle très significatif mais sans la constance. En effet, sur la période 1967-1989, plusieurs modèles ont été estimés mais, ont tous été non significatifs lorsque la *constance* est prise en considération dans le modèle ; mais une fois la constance retranchée, plusieurs résultats intéressants ont été obtenus.

Tableau 2. Résultats de l'estimation

	Valeurs des paramètres	Ecart-type	T.Student	Probabilité de rejet des paramètres
$\hat{C}$	2.3288651	0.2445425	9.5233545	0.0000
$\hat{\alpha}$	0.5531373	0.1300143	4.2544329	0.0004
$\hat{\beta}$	0.3437633	0.0606688	5.6662269	0.0076
R^2	0.958789			
D.W	0.1992793			
SCR	0.563112			
Prob. F-Stat.	0.0000			

Source : élaboré par l'auteur

Nous livrerons ici le scénario le plus intéressant à savoir que d'autres modèles sont aussi fiables. Mais le meilleur reste, au vu des critères économétriques, celui retenu :

Nous avons donc estimé le modèle :

$$LVA = C + \alpha EMP + \beta LK630 + \varepsilon$$

Sur un ensemble d'observations égal à 23 et avec une instruction [MA (1)] –

$$\widehat{LVA} = 0,8033407 \text{ Lemp} + 0,4933844 \text{ LK630}$$

$$(6,0299) \qquad\qquad (8,8565)$$

Entre parenthèses se trouvent les t de Student.

Tableau 3. Résultats de l'estimation

	Valeurs des paramètres	Ecart-type	T.Student	Probabilité de rejet des paramètres
$\hat{\alpha}$	0.8033407	0.1334234	6.0209882	0,0000
$\hat{\beta}$	0.4933844	.0557090	8.8564632	0.0000
R^2	0.9437			
D.W	1.74			
SCR	1.3565			
Prob. F-Stat.	0.0000			

Source : élaboré par l'auteur

Notons que notre choix des deux branches textiles et ISMME s'explique par leur différence d'intensité factorielle ; la première utilisant plus de travail et la seconde, plus de capital.

L'analyse des indicateurs économiques à savoir le *coefficient de capital*, le *taux d'accumulation*, *l'intensité capitalistique*, ainsi que les *productivités des facteurs* (capital et travail) vient soutenir les résultats obtenus auparavant. En effet nous avons pour l'IPHH :

- *coefficient de capital :(K/va)* : il est égal en moyenne sur la période 1967-1995 à 4,93. Cet indicateur est réconfortant car il est sensiblement égal aux coefficients analogues (coefficient <5) enregistrés par les économies comparables à l'économie algérienne.

- *taux d'accumulation* : il s'élève sur la période observée en termes de valeur ajoutée à 95,18%. Ce résultat montre bien que les investissements réalisés dans le secteur sont financés par l'Etat et non pas par le surplus qui y est dégagé. Le taux moyen dissimule cependant bien des disparités d'une année à une autre. A titre d'exemple, en 1977, le taux d'accumulation atteint 190% et seulement 20% en 1993. ;

- *intensité capitalistique* : elle représente la part du capital par emploi crée (K / emploi). L'intensité capitalistique moyenne dans le secteur est de l'ordre de 350 millions de dinars constants, ce qui indique que ce secteur est très capitalistique avec, cependant, un pic de 459 millions de dinars constants en 1979 ;

- *productivité du capital (VA /k)* : Il s'élève en moyenne à 32000 DA, ce qui représente un coefficient très faible par rapport au capital investi. Ceci s'explique qu'il y a un investissement massif dans le secteur, sans qu'il y ait des retours importants en production ;

- *productivité du travail (VA/travail)* : sa valeur moyenne est de l'ordre de 70470 DA et reste relativement plus forte que celle du capital. Ceci s'explique, éventuellement, par la faiblesse de l'emploi dans le secteur.

Conclusion

La signification des évaluations de capital obtenues par la méthode chronologique dépend fortement des hypothèses sur la loi d'obsolescence, de la durée de vie moyenne, et de la qualité des observations liées aux investissements.

Dans notre cas, plusieurs scénarios ont été testés en vue d'obtenir la meilleure série de capital possible. Il n'était pas aisé d'arriver à ce résultat, fort bien concluant. Rappelons que l'estimation du capital fixe productif pose des problèmes de définition, de mesure et d'agrégation.

Pour les hypothèses d'âge moyen retenu de 20, 25 et 30 ans, nous avons obtenu pour le global et pour chaque branche de l'industrie *six variantes de stocks de capital*. Le choix entre ces différentes variantes s'est effectué sur la base d'estimations de fonction de production du type Cobb-Douglas, laquelle a permis de retenir les trois meilleures variantes suivantes :

- pour le total hors hydrocarbure (IPHH) la série relative à l'âge moyen de 25 ans et $\sigma = 0.5$,
- pour l'ISMME, la série relative à l'âge moyen de 30 ans et $\sigma = 0.6$,
- enfin, pour le textile, la série relative à l'âge moyen de 25 ans et $\sigma = 0.5$.

Faute d'informations détaillées sur la composition de l'investissement (bâtiment et équipements), l'écart-type σ a été testé pour les deux valeurs 0.5 et 0.6 correspondant aux distributions de l'investissement dans des économies similaires à la notre.

En raison de la constance de la loi de survie les résultats obtenus ne peuvent être examinés que dans une optique de moyen - long terme.

Au terme de cette réflexion, il nous semble plausible de présenter deux suggestions, à savoir :

- la possibilité d'estimation du modèle (fondée ici sur la loi d'obsolescence log-normale) sur la base de la loi exponentielle ou celle de Weibell ;

- la possibilité d'application du modèle à d'autres secteurs d'activité ou à l'échelle nationale lorsque les séries d'investissements correspondantes sont disponibles.

- **Barre (R.1)** et **Fontanel (J)**. (1993) ; Principes de politiques économiques ». O.P.U. Alger

- **Benassy (J.P.), Fouquet (O)** et **Malgrange (P)**. (1975) ; Estimation d'une fonction de production à génération de capital » Annales de l'INSEE, N°19, Mai – Août.

- **Bernard (C)**. (1984) ; Le nouveau modèle algérien de consommation et ses rapports avec la technologie ; Cahier de la méditerranée. Actes des journées Bendor 22-24 Avril 1982.

- **Bernier (B)** et **Simon (Y)**. (1995) ; Initiation macro économique ; Dunod; Paris

- **Bénard (J)**. **(1972)** ; Comptabilité matérielle et modèles de politiques économiques ; PUF, Paris

- **Black (J)**. (1962): « The technical progress function and the production function ». Economica.

- **Brahimi (A)**. (1991) ; L'économie Algérienne ; O.P.U. Alger.

- **Cuevas, Heyer (E)**. (1997) ; Fonction de production et degrés d'utilisation du capital et du travail : une analyse économétrique ; Economie et prévision ; **N°131**. Mai.

- **Delestre (H)**. **(1979)** ; L'accumulation du capital fixe ; Economie et Statistiques, **N°114** ; Septembre, INSEE, Paris.

- **Dubrule (N)** et **Ranchon (P)**. (1979) : « Mesure du travail incorporé par le capital fixe »Centre d'études de l'emploi, janvier, colloque CNRS, 4-5 Avril sur les comptabilités en temps de travail.

- **Dutailly (J.C)** ; La dynamique du système productif : Investissement, emploi, rentabilité ; Economica ; Paris.

- **Greene (W.H)**. (1997); Econometric Analysis; Prentice-Hall International; Inc. New-York University.

- **Hamel (B)**. (1983) ; Système productif Algérien et Indépendance nationale ; Tome 1 ; O.P.U ; Algérie.

- **Johnston (J.) et Dinardo (J.)** (1997); Econometric methods; Mac Graw-Hill International.

- **Kaldor (N) et Mirrless (J).** (1961); Growth model with induced technical progress; Review of Economics Studies.

- **Kessler (V).** (1979); La mesure du capital ; Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales ; CEPII ; Paris. Octobre.

- **Labidi (M)** (1988) ; Manuel de Comptabilité Nationale ; OPU. Alger.

- **Malgrange (P).** (1996) ; Vers une modélisation macro économique rationnelle ; Economie et Prévision. N°125.

- **Mairesse (J)., Sagkio (A).** (1971) ; Estimation d'un fonction de production pour l'industrie française ; Annales de l'INSEE ; N°6 ; Janvier – Avril.

- **Mairesse (J).** (1972) ; L'évolution du capital fixe productif ; Collection de l'INSEE, Série C ; 18-19 ; Novembre.

- **Mairesse (J).** (1977) ; Deux essais d'estimation du taux moyen de progrès technique incorporé au capital ; Annales de l'INSEE ; N°28.

- **Ministère de l'Economie** (1993) ; Note de calcul du capital fixe productif avec Excel ; Direction de la Prévision. Sous-direction C. Bureau de l'Industrie. Paris. Juillet.

- **Ministère de l'Information et de la Culture** (1971) ; Dossier documentaire ; N°16 ; Alger.

- **Nations Unies** (1979) ; Etudes statistiques ; New York.

- **Necib (H)** ; Mesure du stock de capital et de son évolution dans l'industrie publique algérienne » Mémoire de Magister ; Université d'Alger.

- **Robinson (J).** (1965); The accumulation of capital; 2ème édition; Macmillan. LONDON

- **Tanguy et Debiolley** (1994) ; Proportions et intensités des facteurs : analyse sectorielle et intersectorielle ; CNRS N°552 ; Paris.

- **Téhami (A).** (1979) ; Le programme algérien des industries locales ; SNED – OPU ; Alger.

- **Thierry (S.P)** (1982) ; La crise du système productif algérien. IREP-D ; Université des Sciences Sociales de Grenoble ; France.