

Planification et régulation économique

AHMED SOUAMES[*]

Un modèle de planification optimale de l'investissement pour l'Algérie

Résumé :

Dans ce document, on tente de mettre au point un modèle de contrôle optimal. Se plaçant dans le cadre d'une économie planifiée, on cherche à éclairer les voies permettant la meilleure utilisation possible des ressources en travail, en capital, ainsi que des ressources naturelles (notamment les hydrocarbures).

L'intérêt de ce modèle est de se prêter facilement à un travail de simulation. C'est ainsi qu'on a effectué pour l'Algérie plusieurs simulations et dégagé les trajectoires optimales des variables de contrôle (emploi, investissement, taux d'extraction de la ressource).

I. Introduction

Dans la littérature concernant l'économie des ressources naturelles non renouvelables (SOUAMES, 1978), on a fait une très petite place à l'analyse des politiques optimales d'épuisement de ces ressources dans le cadre d'une économie ouverte.

Si cette analyse n'apporte rien de plus sur le plan mondial, elle peut s'avérer importante pour un pays riche en ressources et possédant la structure d'une économie sous-développée.

Dans la réalité économique, nous observons que, dans la plupart de ces pays, l'exportation des matières premières, vers les pays industrialisés, a représenté une part considérable de leurs exportations. En même temps, ils reçoivent des pays industriels des biens d'équipement nécessaires à leurs programmes de développement.

Dans ce travail, on prendra le cas d'un pays (ou un ensemble de pays) commerçant avec le monde extérieur et désireux de se développer, à partir d'une ressource naturelle non renouvelable. Ce problème a déjà fait l'objet d'une étude détaillée (M.L.F. FERHAT, 1975). Il a été suggéré qu'un modèle donnant des solutions économiques intéressantes devrait inclure dans ses variables, les

termes de l'échange, l'investissement étranger, les mouvements de capitaux entre pays, etc...

A ce sujet, l'étude de DASGUPTA, EASTWOOD et HEAL (1978) cherche à savoir jusqu'où les ressources devraient être exportées plutôt qu'utilisées dans le pays même. Selon ces auteurs, les ressources sont essentielles à la production (domestique), l'économie dispose de trois actifs (le capital domestique, le capital étranger et les ressources) et le progrès technique est «positif». Les auteurs ont montré que si le taux de rendement sur les actifs étrangers est exogène, alors le taux d'équipement des ressources serait indépendant, aussi bien du taux social d'escompte que de l'élasticité de l'utilité marginale.

Force est de constater que ce modèle n'est valable que pour une économie riche en ressources, qui n'a pas de problème de sous-emploi, qui a une certaine maturité économique et dont la production est très dépendante des ressources. Il n'y est pas tenu compte des conditions de production propres aux économies sous-développées et des conditions de la demande et des coûts (ou de production) spécifiques à ces ressources.

Dans la présente étude, je considérerai une économie où le progrès technique est stagnant et où la ressource en question n'est pas essentielle à la production d'un bien de consommation ou de capital. C'est un modèle de contrôle optimal développé à base de temps discrète, au moyen de l'analyse de période. Il est, à ce titre, différent d'un modèle déjà étudié^[**], où la base du temps était continue.

De plus, les variations des prix sont considérées explicitement.

2. Le modèle

Le modèle proposé porte sur la dynamique de décision. Ce type de modèle est construit généralement à partir de trois éléments :

- définition de l'objectif à atteindre ;
- élaboration d'un ensemble d'équations décrivant la structure présente de l'économie ;
- définition des variables de décision qui sont disponibles pour contrôler la direction de l'économie.

L'objectif fondamental qu'on se propose d'atteindre est de déterminer les trajectoires optimales des variables de contrôle, c'est-à-dire des trajectoires qui maximisent l'objectif en question.

Dans ce modèle, il s'agit de maximiser un indice d'utilité collective en respectant certaines contraintes caractérisant le système économique considéré.

On se place dans le cadre d'une économie planifiée et on cherche à utiliser au mieux, jusqu'à un horizon fini, les ressources en capital et

en travail dans le cadre d'une économie ouverte où on exporte une ressource naturelle.

Cette étude comprend quatre parties :

- 1/ La présentation des hypothèses d'un modèle de contrôle optimal fait l'objet de la première.
- 2/ La structure du modèle.
- 3/ Les conditions d'optimalité sont établies dans la troisième partie.
- 4/ La dernière partie est consacrée à la présentation des résultats de quelques simulations.

2.0. – Notations utilisées dans le modèle

L = force de travail supposée être de 10 millions de travailleurs potentiels ;

l = proportion de L utilisée dans le secteur du bien de capital ou de consommation ;

k = stock de capital par travailleur potentiel dans le secteur de capital ou de bien de consommation ;

x = stock de la ressource par travailleur potentiel ;

q = taux d'extraction de la ressource par travailleur potentiel ;

p = prix unitaire de la ressource (en \$ par Baril) ;

b = stock de réserves de change par travailleur potentiel ;

w = taux de salaire institutionnellement fixé ;

i = investissement brut par travailleur potentiel ;

s = taux d'épargne ;

r = taux d'intérêt mondial ;

ρ = taux social d'escompte ;

δ = taux de dépréciation du stock de capital ;

DC = dépenses de consommation par travailleur potentiel ;

v = élasticité de l'utilité marginale ;

P_r = indice du prix du capital ;

P_w = indice du salaire ;

P_c = indice du prix du bien de consommation.

AMI = taux d'utilisation du stock de capital ancien

$AM2$ = taux d'utilisation de l'investissement nouveau.

2.1. – Hypothèses du modèle

Sont faites les hypothèses suivantes :

H1 : L'économie est ouverte et a une balance des paiements libre.

H2 : L'économie est divisée en deux (2) secteurs : le secteur d'un bien de capital ou de consommation et celui d'une ressource naturelle non renouvelable.

H3 : L'offre de travail est limitée et constante.

H4 : Il existe 2 biens : une ressource naturelle et un bien de capital ou de consommation.

La réserve de la ressource naturelle est à la fin de la période 1986, égale à X_0 . A la période t , on exporte la quantité $q(t)$.

H5 : La fonction d'utilité collective choisie par le planificateur est du type :

$$U(c(t)) = \frac{1}{1-\nu} c^{1-\nu}(t) \text{ avec } \nu > 0$$

Plus ν , élasticité de l'utilité marginale, est grande et plus équitable est la répartition de la consommation ($C(t)$) entre les générations présentes et futures (équité intergénérationnelle).

H6 : Le taux de salaire des travailleurs est institutionnellement fixé à w et l'offre de travail est parfaitement élastique à ce taux, bien que limitée.

H7 : Il n'y a pas de progrès technique et la ressource n'est pas essentielle à la production du bien de capital ou de consommation.

H8 : Jusqu'à l'horizon T (fini), la force de travail disponible est abondante et constante. Elle est fixée à dix (10) millions d'individus.

H9 : Le taux social d'escompte est inférieur au taux d'intérêt mondial.

H10 : Fonction de demande et de coûts de production de la ressource.

Pour des raisons techniques, nous supposons que la fonction des coûts unitaires de production de la ressource naturelle a la forme suivante :

$$C(x) = 1 + 0,5(x(0) - x(t+1))$$

Cette équation rend compte du fait que les coûts en capital croissent au fur et à mesure que la réserve s'épuise.

La réserve par travailleur potentiel à la fin de la période 1986 s'élève à X_0 .

La fonction de demande de la ressource sera simplement exprimée par un certain quota, alloué à notre pays en matière d'exportation. Une fonction de demande sera considérée explicitement (voir page 58).

H11 : La fonction de production du bien de consommation/ou de capital.

Cette fonction, du type COBB-DOUGLAS, (homogène de degré 1) s'écrit :

$$Y(t+1) = A (AM_1 k(t) + AM_2 i(t+1))^\alpha (l(t+1))^{1-\alpha}$$

où, avec $0 < \alpha < 1$

- $1 - i(t+1)$ est la proportion de la force de travail utilisée à la période $(t+1)$
- $k(t)$, le stock de capital par travailleur potentiel à la fin de la période (t) – $i(t+1)$, l'investissement brut par travailleur potentiel et où
- AM_1 et AM_2 , avec $0 < AM_1 < 1$ et $0 < AM_2 < 1$:

traduisant le fait que notre économie est incapable d'utiliser pleinement, dans la période $(t+1)$, l'investissement, aussi bien ancien que nouveau, généralement importé.

Cette incapacité à utiliser pleinement le capital concerne plus particulièrement l'investissement nouveau.

Cette formule est équivalente à celle qui consiste à introduire un coût d'ajustement, d :

- à la mise en marche des équipements
- aux coûts d'installation des machines
- au savoir-faire importé.

2.2. – Objectif, contraintes et relations entre les différents agrégats

Les dépenses de consommation (par travailleur potentiel) $DC(t+1)$ s'élèvent à :

$$DC(t+1) = (1 - s(t+1)) PNN(t+1) \text{ où } s(t+1) \text{ et } PNN(t+1)$$

représentent le taux d'épargne et le produit national net, respectivement. Ce dernier s'écrit

$$PNN(t+1) = (p(t+1) - C(x(t+1))) q(t+1) + p_c^t Q_c(t+1) + r b(t) - \delta k(t) P_k^{t-1}$$

où :

- $b(t)$ est le stock des réserves de change à la fin de la période t ;
- r le taux d'intérêt mondial ;
- δ , le taux de dépréciation du capital ;
- $p(t+1)$ et $C(x(t+1))$ sont respectivement à la période $(t+1)$, le prix unitaire de la ressource naturelle (baril) et le coût de production unitaire de la ressource ;
- P_c , l'indice du prix du bien de consommation ;
- P_k l'indice des prix capital.

L'évolution du stock b (par travailleur potentiel) s'exprime ainsi :

$$b(t+1) = b(t) + r b(t) + [p(t+1) - C(x(t))] q(t+1) - C_m(t+1) - i(t+1) P_k^t$$

où :

$$\begin{aligned} C_m(t+1) &= DC(t+1) - p c^t Q_c(t+1) \\ &= (1 - s(t+1)) P_{NN}(t+1) - p c^t Q_c(t+1) \end{aligned}$$

et donc :

$$b(t+1) = b(t) + s(t+1) P_{NN}(t+1) - i(t+1) P_k^t - \delta k(t) P_k^{t-1}$$

L'évolution du stock de capital (par travailleur potentiel) k et de l'état de la ressource (par travailleur potentiel) x s'écrit :

$$\begin{aligned} k(t+1) &= i(t+1) + (1-\delta) k(t), \quad k(0) = k_0 \\ x(t+1) &= x(t) - q(t+1), \quad x(0) = x_0 \end{aligned}$$

D'autres contraintes sont à respecter. Les dépenses de consommation doivent être égales au moins aux salaires versés, i-e,

$$\begin{aligned} DC(t+1) &\geq w l(t+1) P_w^t; \text{ de plus,} \\ 0 &\leq l(t+1) \leq 1, \text{ où } P_w \text{ est l'indice des salaires} \end{aligned}$$

En outre, la valeur de la réserve au cours de la période doit être plus grande que le déficit accusé par la balance des paiements, à chaque période, soit :

$$(p(t+1) - C(x(t))) x(t) + b(t) \geq 0$$

Ce qui revient à respecter une contrainte de solvabilité de notre pays vis-à-vis du marché mondial du capital.

Sous ces contraintes, avec ρ [1], comme le taux social d'escompte, l'objectif est de maximiser la quantité :

$$\begin{aligned} &\sum_{t=0}^{T-1} \left[\frac{1}{1+\rho} \right]^t U(DC(t+1)) \\ &+ \left[\frac{1}{1+\rho} \right]^T [b(T) + \pi k(T)] \end{aligned}$$

2.3. – Etablissement des conditions d'optimalité

Soit l'Hamiltonien :

$$\begin{aligned} H(t+1) &= \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^{t+1} \left[U(DC(t+1)) + \lambda_1(t+1) (x(t) - q(t+1)) \right. \\ &+ \lambda_2(t+1) ((1-\delta) k(t) + i(t+1)) \\ &+ \lambda_3(t+1) (b(t) + s(t+1) P_{NN}(t+1) - (i(t+1) P_k^t - \delta P_k^{t-1})) \\ &+ m_1(t+1) (1-l(t+1)) + m_2(t+1) (DC(t+1) - P_w^t w l(t+1)) \\ &\left. + m_3(t+1) [(p(t+1) - C(x(t))) x(t) + b(t)] \right] \end{aligned}$$

Les conditions nécessaires d'optimalité s'établissent comme suit :

A. Équations de variation des paramètres adjoints

λ_1, λ_2 et λ_3

$$\lambda_1(t) = \left[\frac{1}{1+e} \right] \left[U_{DC}(t+1)(1-s(t+1))(C_X(x(t))q(t+1) + \lambda_1(t+1) - \lambda_3(t+1)s(t+1)(x(x(t))q(t+1) + m_2(t+1)(1-s(t+1))C_X(x(t))q(t+1)) \right] \quad (1)$$

$$\lambda_2(t) = \left[\frac{1}{1+e} \right] [U_{DC}(t+1)(1-s(t+1))(AM_1 F_k(t) P_c(t) - \delta P_k(t) + \lambda_2(t+1)(1-\delta) + \lambda_3(t+1)(s(t+1))(AM_1 F_k(t) P_c(t) - \delta P_k(t) + m_2(t+1)(1-s(t+1))(AM_1 F_k(t) P_c(t) - \delta P_k(t+1))] \quad (2)$$

$$\lambda_3(t) = \left[\frac{1}{1+e} \right] [U_{DC}(t+1)(1-s(t+1))r + \lambda_3(t+1)(1-s(t+1))r + m_2(t+1)(1-s(t+1))r + m_3(t+1)] \quad (3)$$

B. Conditions d'optimalité sur les variables de contrôle

$$\frac{\partial H(t+1)}{\partial p(t+1)} = [U_{DC}(t+1)(1-s(t+1))(pq)_p(t+1) - C_X q_p(t+1) - \lambda_1(t+1)q_p(t+1) + \lambda_3(t+1)s(t+1)(pq)_p(t+1) - C_X q_p(t+1) + m_2(t+1)s(t+1)((pq)_p(t+1) - C_X q_p(t+1))] = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial H(t+1)}{\partial s(t+1)} = -U_{DC}(t+1) + \lambda_3(t+1) - m_2(t+1)P_{NN}(t+1) = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial H(t+1)}{\partial i(t+1)} = U_{DC}(t+1)(1-s(t+1))AM_2 F_k(t) P_c(t) + \lambda_2(t+1) + \lambda_3(t+1)(s(t+1))AM_2 F_k(t) P_c(t) - P_k(t) \quad (6)$$

$$\frac{\partial H(t+1)}{\partial l(t+1)} = U_{DC}(t+1)(1-s(t+1))F_l(t+1) + \lambda_3(t+1)s(t+1)F(t+1) - m_1(t+1) + m_2(t+1)[(1-s(t+1))F_l(t+1) - w\left(\frac{Pw}{Pc}\right)^t] = 0 \quad (7)$$

C. Conditions de transversalité

$$\lambda_1(T) = 0 \quad (8)$$

$$\lambda_2(T) = \pi \left[\frac{1}{1+e} \right]^T \quad (9)$$

$$\lambda_3(T) = \left[\frac{1}{1+e} \right]^T \quad (10)$$

D. Résultats relatifs au premier régime de développement

Ce modèle comprend plusieurs régimes de développement dont le premier se caractérise par une période, dans laquelle :

- i) $m_1 = 0$ ou "Etat de sous-emploi"
- ii) $m_3 = 0$ ou "Economie encore solvable"
- iii) $m_2 > 0$ ou "Les dépenses de consommation correspondent exactement aux salaires versés"

De (5), on déduit la relation,

$$\lambda_3(t+1) = U_{DC}(t+1) + m_2(t+1) \quad (11)$$

De (6) et (11) on obtient,

$$\lambda_2(t+1) = \lambda_3(t+1) (P_k(t) - AM_2 F_k(t) P_c^t) \quad (12)$$

De (8) et (11), on a :

$$\lambda_2(t+1) = \frac{[U_{DC}(t+1) F_1(t+1)]}{\left[w \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^t - F_1(t+1) \right]} \quad (13)$$

D'où avec (11) et (13), on a :

$$\lambda_3(t+1) = \frac{U_{DC}(t+1) w \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^t}{\left[w \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^t - F_1(t+1) \right]} \quad (14)$$

De (3) et (11), on déduit :

$$\lambda_3(t) = \lambda_3(t+1) \left[\frac{1+r}{1+e} \right] \quad (15)$$

De (9) et (15) on a finalement :

$$\lambda_3(t) = \left[\frac{1+r}{1+e} \right]^{(T-t)} \left[\frac{1}{1+e} \right]^t \quad (16)$$

En ce qui concerne la productivité marginale du capital, on a, à partir de (2), (12) et (15), la relation :

$$\begin{aligned} \lambda_2(t) &= \frac{1}{1+e} [\lambda_3(t+1) (AM_1 F_k(t) P_c(t) + (1-\delta) (P_k(t) AM_2 F_k(t))) \\ &= \lambda_3(t) [P_k^{t+1} - AM_2 F_k(t-1) P_c^t] \end{aligned}$$

D'où

$$F_k(t-1) = \frac{(r+\delta) \left(\frac{P_k}{P_c} \right)^t - AM_1 F_k(t) P_c \left[1 - \frac{AM_2}{AM_1} (1-\delta) \right]}{(1+r) AM_2} \quad (17)$$

Avec (9) et (12), on obtient à la période terminale :

$$\lambda_2(T) = \left[\frac{1}{1+q} \right]^T \pi = \left[\frac{1}{1+q} \right]^T \left[P_k^{T-1} - AM_2 F_k(T-1) P_c^{T-1} \right]$$

$$\text{Soit : } F_k(T-1) = \frac{P_k^{T-1} - \pi}{AM_2 P_c^{T-1}} \quad (18)$$

Quant à la force de travail, on a ; avec (14) et (15) :

$$\frac{U_{DC}(t)}{U_{DC}(t+1)} = \left[\frac{DC(t)}{DC(t+1)} \right]^{-v} = \left[\frac{1+r}{1+q} \right] \frac{P_w}{P_c} \left[\frac{w \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^{(t-1)} - F_1(t)}{w \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^t - F_1(t+1)} \right]$$

$$= \left[\frac{w l(t) P_w^{t-1}}{w l(t+1) P_w^t} \right]^{-v}$$

Soit :

$$l(t) = l(t+1) \left[\frac{w \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^t - F_1(t+1)}{w \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^{t-1} - F_1(t)} \right]^{1/v} P_w \left[\frac{P_c(1+q)}{P_w(1+r)} \right]^{1/v} \quad (19)$$

On a, à la période terminale, avec (10) et (14)

$$U_{DC}(T) = (DC(T))^{-v} = [(w l(T) P_w^{(T-1)})]^{-v}$$

$$= \left(\frac{1}{1+q} \right)^T \left[\frac{w \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^{(T-1)} - F_1(T)}{w \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^{(T-1)}} \right]$$

où :

$$l(T) = \left[\frac{1}{w P_w^T} \right] \left[\frac{1}{1+q} \right]^{-T/v} \left[1 - \frac{F_1(T)}{w \left(\frac{P_w}{P_c} \right)^{(T-1)}} \right]^{-1/v} \quad (20)$$

Où π est la valeur résiduelle de l'unité de capital à l'horizon T (en termes courants)

Le modèle comprend deux phases de développement, l'une correspondant à une période de sous-emploi et l'autre à une période de plein emploi.

2.4. – Résultats de quelques simulations

A partir des conditions d'optimalité établies dans la section précédente, un programme informatique a été conçu pour déterminer, à chaque période, les valeurs de chaque variable du modèle.

Un horizon T de 15 ans a été choisi, au bout duquel l'économie connaîtra encore le sous-emploi. Ainsi, seule la première phase de développement du modèle est considérée dans ce travail.

Avant de procéder aux différentes simulations, il est utile de décrire les variables et paramètres du modèle.

Parmi les variables, il faut distinguer les **variables d'état**, qui représentent le système économique et dont les valeurs renseignent sur l'état du système et les **variables de contrôle**, qui influencent l'évolution du système.

Les variables d'état sont :

k, x et b

Les variables de contrôle sont :

l, i et s

Les paramètres, qui, quant à eux, font exclusivement l'objet des simulations, sont : v , e , π , w , r , P , P_c , P_w , P_k

Chaque simulation est effectuée en supposant donner **l'état initial du système**.

Il s'agit, en fait, de donner les conditions initiales (à la fin de la période 1986) des variables d'état, soit,

– **le stock de capital par travailleur potentiel** $k(0)$,
fixé à 68.000 DA (aux prix de 1986) (pour la simulation retenue)

– **le stock de réserves de change par travailleur potentiel**
 $b(0)$, fixé à – 2088 \$

– **la réserve de la ressource par travailleur potentiel** $x(0)$,
fixée à 815 barils (de pétrole),

L'estimation de la fonction de production du secteur produisant le bien de consommation ou de capital a donné les résultats suivants :

$$\hat{a} = 0,5828, A = 1$$

$$AM_1 = AM_2 = 0.7$$

Une autre estimation a donné :

$$\hat{a} = 0,6005, A = 1$$

$$AM_1 = 0.7, AM_2 = 0.15$$

La première estimation a été préférée à partir de critères purement statistiques.

Des simulations, au nombre de 10, ont été effectuées dans l'ordre suivant :

Simulation	Paramètre	k (0)	w	v	ρ(E)	Pc	Pw	Pk	δ(D)	π (D4)
1		57.500	32.000	1.1	0.06	1,06	1,037	1,057	0.065	1.9717
2		57.500	32.000	1.1	0.06	1,06	1,035	1,057	0.065	1.9317
3		57.500	32.000	1.1	0.06	1,06	1,04	1,057	0.065	1.9717
4		70.000	34.000	1.2	0.06	1,015	1,044	1,057	0.065	1.9717
5		68.000	34.000	1.2	0.06	1,06	1,035	1,057	0.05	1.99
6		70.000	34.000	1.2	0.06	1,065	1,043	1,057	0.05	1.992
7		68.000	34.000	1.2	0.07	1,06	1,035	1,057	0.053	1.99
8		70.000	35.000	1.12	0.06	1,08	1,07	1,06	0.05	2,08
9		55.500	35.000	0.95	0.06	1,06	1,035	1,057	0.065	1.9717
10		71.000	35.000	1.295	0.07	1,067	1,044	1,0575	0.05	2,01

Les termes entres parenthèses figurent dans le programme informatique.

Au cours de ces simulations, la séquence des prix (prévus de 1987 à 2001 et en dollars) sera identique à chaque simulation, soit, en dollars courants :

Année	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
En \$ U.S.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Enfin, les exportations d'hydrocarbures ont été fixées à 50 barils par travailleur potentiel et par an.

Deux autres simulations n° 11 et 12 ont été effectuées dans lesquelles les exportations d'hydrocarbures sont décidées à partir de la fonction de demande (de la ressource) suivante :

$$q(t+1) = 16 - 0.8 p(t+1) \left(\frac{1}{1 + C_1} \right) (t+1)$$

où $C_1 = 0$ pour la 11ème simulation

et $C_1 = 0.02$ pour la 12ème simulation

et pour laquelle il a été supposé une demande de moins en moins élastique. Les résultats des 12 simulations sont présentées en annexe (annexe II).

A – Description des résultats

Les résultats sont présentés dans l'ordre suivant :

- Année** de 1987 à 2001
- Extraction** 50 barils par travailleur potentiel, ce qui signifie, 500 millions de barils par an, puisqu'on suppose que l'économie dispose de 10 millions de travailleurs potentiels.
- Prix** en dollars courants par baril.
- Travail** : en millions de travailleurs.
- Capital** : en D.A. constants (aux prix de 1986) par travailleur potentiel
- Investissement brut (I. Brut)** : en D.A. constants (aux prix de 1986) par travailleur potentiel.

- g) **Production Nationale Nette (P.N. NET)** : en D.A. courants par travailleur potentiel.
- h) **Balance** (Dettes) en dollars courants par travailleur potentiel.
- i) **Taux d'épargne.**
- j) **Dépenses de consommation** en D.A courants par travailleur potentiel.
- k) **Enveloppe financière** de 1990 à 1999 en D.A (aux prix de 1986) par travailleur potentiel.

B – Choix d'une simulation

Sur les 10 premières simulations, ce sont les 2ème et 7ème qui doivent retenir l'attention et dont les tableaux ci-après illustrent les différentes évolutions de l'emploi global, par secteur d'activité et par niveau de qualification.

En ce qui concerne la 2ème simulation, les résultats sont effectivement intéressants, bien que la balance des paiements soit de moins en moins favorable, la dette passant de 20,88 milliards de \$ en 1986 à 50,65 milliards de \$ en 1999.

L'emploi en revanche, passe de 4,09 millions de travailleurs en 1987 à 7,02 millions en 1999.

La création d'emplois, durant la décennie (1990 - 1999), est de 2,680 millions (dont 910.000 pour la période (1990 - 1994) et 1.770.000 pour la période (1995 - 1999) tandis que l'enveloppe financière correspondante est de 1.046 milliards de D.A (soit 1.106 milliards de D.A aux prix de 1987).

Le stock de capital, évalué à 575 milliards de D.A (aux prix de 1986) s'élève en fin de période à 1.375 milliards de D.A (aux prix de 1986).

Les dépenses de consommation par travailleur potentiel progressent de 1990 à 1999 au taux de 2,45 %, tandis que la consommation par tête baisse à raison de 0,55 % par an en moyenne durant la même période.

Dans la 7ème simulation, on considère un stock de capital de 680 milliards de D.A. en début de période (fin 1986) ; Ce stock passe à 1.410 milliards de D.A. (aux prix de 1986) en fin de période (1999), moyennant des dépenses d'investissement s'élevant à 994 milliards de D.A. durant la décennie (1990 - 1999). L'emploi quant à lui, passe de 4,09 millions de travailleurs en 1987 à 6,47 millions à 1999. La création d'emplois est de 2,19 millions durant la période (1990 - 1999) dont 710.000 pendant le quinquennie (1990 - 1994) et 1,480 million au cours de la dernière période quinquennale (1995 - 1999).

Les dépenses de consommation par travailleur potentiel progressent de 1990 à 1999 au taux de 1,75 %, celles par tête baissent en termes réels à raison de 1,25 % durant la même période.

En revanche, la balance des paiements évolue plus favorablement que dans la deuxième simulation.

En effet, le stock de réserves de change détenu par l'économie est positif et s'élève à 25,94 milliards de \$ courants en 1999.

Il va de soi que la 7ème simulation est la plus recommandable bien que la 2ème soit la plus raisonnable. Le salaire par travailleur est de 34.000 D.A en 1986 et indexé à raison de 3,5 % par an, tandis que l'inflation se poursuit au taux de 6 % par an en moyenne. De même, l'indice annuel moyen du prix du capital évolue au taux de 5,7 %.

En outre, le taux de dépréciation du capital, δ , est 5,3 % contre 6,5 % dans la seconde simulation, correspondant à une politique de maintenance du capital plus consistante.

Enfin, deux autres simulations n° 11 et 12 ont été effectuées à partir des conditions initiales relatives à la 7ème simulation mais en se basant sur l'existence d'une fonction de demande de la ressource et non plus sur un quota alloué par le cartel (OPEP), en vue de l'épuisement optimal d'une réserve de 6 milliards de barils.

Ceci a été simulé pour connaître le nouveau système d'extraction de la ressource et surtout l'évolution de la balance des paiements. Dans les deux cas, l'extraction de la ressource va en décroissant, tandis que le stock de réserves de change est de plus en plus croissant, atteignant 2,01 milliards (courants) et 86,41 milliards \$ US en 1999 pour la 11ème et la 12ème simulation respectivement.

Il fallait s'y attendre, car la valeur du stock de la ressource augmente à un taux inférieur au taux d'intérêt mondial r (10 %), et toutes choses restant égales par ailleurs, il importe de transformer le stock de la ressource en monnaie. C'est ce qui explique que le pétrole est actuellement de plus en plus bradé.

2.5. – Conclusion

Il ressort des résultats des différentes simulations effectuées dans le cadre de ce modèle, qu'une progression raisonnable de l'emploi devra s'accompagner d'une baisse du pouvoir d'achat entraînant une diminution de la consommation par tête au taux de 1 % par an, en moyenne et en termes réels.

De plus, notre économie aura vraisemblablement besoin d'emprunter encore sur le marché international, et ce, pour une longue période.

Il convient, ainsi, de tout mettre en oeuvre pour parvenir à une économie substantielle de moyens extérieurs de paiement.

De même, il faut veiller à l'utilisation optimale des moyens de production très coûteux et souvent importés.

De plus, en vue de l'utilisation optimale des ressources en hydrocarbures, il faut déterminer quelle est leur part dans la production nationale comme facteur (de production), effet que le modèle n'a pas examiné et dont l'étude peut montrer beaucoup de points intéressants.

Comme on vient de le voir, l'intérêt de ce modèle est de se prêter facilement à un travail de simulation et d'être un outil privilégié dans toute planification à la fois au niveau micro et macro-économique. **L'objectif recherché à travers ce modèle est (sitôt qu'il sera devenu opérationnel pour l'Algérie) de l'appliquer aux autres pays du Maghreb, et à la région, prise en tant qu'ensemble.**

Annexe I Programme de contrôle

```

                                I1

CCCCCCCIL FAUT FAIRE VARIER G1=
CCCCCCCIL FAUT FAIRE VARIER D=
CCCCCCCIL FAUT FAIRE VARIER T(I)=
    REAL*8 P(16),A(15,15),X(16),R(16),AK(16),AK1(16),AI(16),AL(16)
    1 ,B(16),F(16),S(16),PNN(16),Q(16,16),Z(196),H(16),P2AK(16),T(16
    1 ),Z3(16),Z4(16),E(16),D5(16),XXF(16),WWF(16),DC(16),ANN(16),FOU
    1 R1(16),FOUR2(16),FOUR3(16)
    DIMENSION LL(14),MM(14)
    REAL*8 D1,D2,D3,D4,V,G,C1,D,Y,AD,W,Z1,Z2,AK,D7,G1,P3,AK1,AK2,A
    1 M3,X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,FORM1,FORM2,FORM3,FORM4,DZ,DDZ,FORM5,
    2 FORM6,FORM7,FORM8,DZ1,DZ2,EF
    N=15
    N1=N+1
    N2=N-1
    P(N1)=0.
    PNN(N1)=0.
    B(N1)=0.
    S(N1)=0.
    C V=1.06
    C V=0.58
    C V=1.002
    V=1.1
    C V=0.82
    C66666 V=0.665
    C G=0.10
    G=0.08
    C W=35000
    C W=32000
    W=32000
    W=W/5000
    C1=0.02*(4.88/5)
    C000000 C D=0.05
    C D=0.0605
    C D=0.065
    C D=0.056999
    D=0.065
    Y=0.8
    D3=(21.*(4.88/5))
    C D1=(3.*(4.88/5))/10
    D1=(1.*(4.88/5))/10
    C D2=(0.5*(4.88/5))/10

                                I1

    D2=(0.5*(4.88/5))
    AD=0.8
    C D4=0.0106

```

```

C          D4=1.9
C          D4=1.93
C1ER      D4=1.86
C          D4=1.873
C          D4=1.9717
C          D4=2.08
C999999
C980      D4=1.98
C          D4=2.06

```

```

AM1=0.7
AM2=0.7
AM3=AM2/AM1
Z1=0.5828

```

C Z1=0.6

I₂

```

Z2=1-Z1
LZE21B=47.6587/11
LZE22B=208.065-11*(LZE21B**2)
INXXF=(7.34-4.33)/13

```

```

DO 222 I=10,13
XXF(I)=4.33+INXXF*I
WWF(I)=0.03252*((12/11)+(((XXF(I)-LZE21B)**2)/LZE22B))
WWF(I)=WWF(I)*16
I2=I-1
T(I)=T(I2)+0.001

```

```

222 CONTINUE
DO 2121 I=14,14
XXF(I)=4.33+INXXF*I
WWF(I)=0.03252*((12/11)+(((XXF(I)-LZE21B)**2)/LZE22B))
WWF(I)=WWF(I)*0.8
I2=I-1
T(I)=T(I2)+0.001

```

```

2121 CONTINUE
DO 2131 I=15,15
XXF(I)=4.33+INXXF*I
WWF(I)=0.03252*((12/11)+(((XXF(I)-LZE21B)**2)/LZE22B))
WWF(I)=WWF(I)*2.4
I2=I-1
T(I)=T(I2)+0.001

```

```

2131 CONTINUE
DO 2141 I=16,16
XXF(I)=4.33+INXXF*I
WWF(I)=0.03252*((12/11)+(((XXF(I)-LZE21B)**2)/LZE22B))
WWF(I)=WWF(I)*0.9
I2=I-1
T(I)=T(I2)+0.033

```

```

C T(I)=0.96+0.001
C T(9)=1.576
C T(I)=1.576+0.001

```

```

2141 CONTINUE
T(1)=1.2409
T(1)=1.2409
T(2)=1.2409
T(3)=1.2429
T(4)=1.2449
T(5)=1.2469
T(6)=1.2489
T(7)=1.2509
T(8)=1.2529
T(9)=1.2549
T(10)=1.2569
T(11)=1.2589
T(12)=1.2609

```

I₂

```

T(12)=1.2609
T(13)=1.2629
T(14)=1.2649
T(15)=1.2664
T(16)=1.2689

```



```

FOUR2(I1)=AM1*AK(I1)
PRINT *,FOUR1(I1),FOUR3(I1),FOUR2(I1)
AI(I1)=(AK1(I1)-AM1*AK(I1))/AM2
C*****
C      PNN(I1)=P(I1)*(X(I1)-X(I1)) +T*AK1(I1)*F(I1)+G*B(I1)-(D1+D2*(X(1)-
C 4    X(I1)))*(X(I1)-X(I1))-D*AK(I)
C*****
C      PNN(I1)=P(I1)*(X(I1)-X(I1))+T(I1)*AK1(I1)*F(I1)*((PC)**I)+G*B(I1)-
C 4    D*AK(I)*((PK)**I)-(D1+D2*(X(1)-X(I1)))*(X(I1)-X(I1))
C*****
C      PNN(I1)=P(I1)*(H(I1))+T(I1)*AK1(I1)*F(I1)*((PC)**I)+G*B(I1)-D*A
C 4    K(I1)*((PK)**I)-(D1+D2*(H(I1)*I)*H(I1)
CC -(D1+D2*(X(1)-X(I1)))*(X(I1)-X(I1))
C*****
C      FORM6=T(I1)*AK1(I1)*F(I1)*((PC)**I)
C      FORM7=P(I1)*(H(I1))
C      FORM8=(D1+D2*(X(1)-X(I1)))*H(I1)
C      PRINT *,FORM6,FORM7,FORM8
C      AL(I1)=AL(I1)-AL(I1)*(0.19-0.01*I)
C      S(I1)=1-W*(PW**I)*AL(I1)/PNN(I1)
C      B(I1)=B(I1)+S(I1)*PNN(I1)-((PK)**I)*AI(I1)+D*(PK**I)*AK(I)
C      DC(I1)=AL(I1)*W*(PW**I)
17     CONTINUE
      DO 1787 I=1,N
      I1=I+1

```

I₆

```

C      H(I1)=H(I1)*100
C      ANN(I1)=1986+I
C      P(I1)=P(I1)*10*(5./4.88)
C      AL(I1)=AL(I1)*10
C      AK(I1)=AK(I1)*50*100
C      PNN(I1)=PNN(I1)*50*100
C      B(I1)=B(I1)*(50./4.88)*100
C      DC(I1)=DC(I1)*50*100
1787   CONTINUE
      DO 1789 I=1,2
      I1=I+1
      AI(I1)=AI(I1)*50*100
1789   CONTINUE
      EF=0.
      DO 1798 I=1,13
      I1=I+1

```

I₇

```

1798   AI(I1)=AI(I1)*50*100
      EF=EF+AI(I1)
      CONTINUE
      DO 1987 I=14,N
      I1=I+1
1987   AI(I1)=AI(I1)*50*100
      CONTINUE
      AK(1)=AK(1)*50*100
      W=W*5000
      B(1)=B(1)*(50/4.88)*100
      X(1)=X(1)*100
      WRITE(6,201)
201    FORMAT(1H,20X,' 7-EKE-SIMULATION ')
      WRITE(6,200)
200    FORMAT(1H,20X,' PROGRAMME DE CONTROLE OPTIMAL ')
      WRITE(6,14)
14     FORMAT(1H,4X,' ANNEE',4X,' EXTRACTION',4X,' PRIX',5X,' TRAVAIL',5X,
5      ' CAPITAL',6X,' TERME',7X,' PNN',7X,' BALANCE',7X,' TAUX D'EPARGNE
5      ',3X,' DEP CONSCOM')
      DO 80 I=2,N1
80     WRITE(6,20)ANN(I),H(I),P(I),AL(I),AK(I),AI(I),PNN(I),B(I),S(I),
5      DC(I)
20     FORMAT(2X,F6.1,F10.2,9X,F5.2,4X,F6.2,6X,F9.2,4X,F8.2,4X,F10.2,4
5      X,F10.2,4X,F4.2,13X,F8.2)
      WRITE(6,19)
19     FORMAT(1H,15X,' RESULTATS OBTENUS AVEC LES CONDITIONS INITIALES
      SUIVANTES')
      WRITE(6,22) AK(1),X(1),B(1),W,V,EF

```

```

13  FORMAT(1H,5X,'K(0)=' ,F9.2/1H,5X,'X(0)=' ,F8.2/1H,5X,'B(0)=' ,
    F8.2
5   /1H,5X,'W=' ,F10.2/1H,5X,'V=' ,F7.3/1H,5X,'EF=' ,F17.3)
    WRITE(6,15)  G1,G,PC,PW,PK
15  FORMAT(1H,5X,'D=' ,F5.2/1H,5X,'R=' ,F5.2/1H,5X,'PC=' ,F5.2/1H,5X,'
5   PW=' ,F5.2/1H,5X,'PK=' ,F5.2)
    DO 980 I=2,N1
980  WRITE(6,90)  X(I),R(I)
90   FORMAT(2X,F6.1,F10.2,9X,F10.2)

    DO 880 I=1,N1
    DO 880 J=1,N1
880  WRITE(6,99)Q(I,J)
99   FORMAT(2X,F7.2)
    STOP
    END

```

I 7

```

SUBROUTINE MINV(A,N,D,L,M)
DIMENSION A(1),L(1),M(1)
REAL*8 A,D,BIGA,HOLD
NK=-N
DO 80 K=1,N
NK=NK+N
L(K)=K
M(K)=K
KK=NK+K
BIGA=A(KK)
DO 20 J=K,N
IZ=N*(J-1)
DO 20 I=K,N
LJ=IZ+I
IF (DABS(BIGA)-DABS(A(LJ))) 15,20,20
15  BIGA=A(LJ)

```

I 8

```

L(K)=I
M(K)=J
20  CONTINUE
C   INTERCHANGE ROWS
J=L(K)
IF (J-K) 35,35,25
25  KI=K-N
DO 30 I=1,N
KI=KI+N
HOLD=A(KI)
JI=KI-K+J
A(KI)=A(JI)
30  A(JI)=HOLD
C   INTERCHANGE COLUMNS
35  I=M(K)
IF (I-K) 45,45,38
38  JP=N*(I-1)
JK=NK+J
JI=JP+J
HOLD=A(JK)
A(JK)=A(JI)
40  A(JI)=HOLD
C   DIVIDE COLUMN BY MINUS PIVOT (VALUE OF PIVOT ELEMENT IS
C   CONTAINED IN BIGA)
45  IF (BIGA) 48,46,48
46  D=0.0
RETURN
48  DO 55 I=1,N
IF (I-K) 50,55,50
50  IK=NK+I
A(IK)=A(IK)/(-BIGA)
55  CONTINUE
C   REDUCE MATRIX
DO 65 I=1,N
IK=NK+I
HOLD=A(IK)
II=I-N

```

```

DO 65 J=1,N
IJ=IJ+N
IF (I-K) 60,65,60
60 IF (J-K) 62,65,62
62 KJ=IJ-I+K
A(IJ)=HOLD*A(KJ)+A(IJ)
65 CONTINUE
C DIVIDE ROW BY PIVOT
KJ=K-N
DO 75 J=1,N
KJ=KJ+N
IF (J-K) 70,75,70
70 A(KJ)=A(KJ)/BIGA

```

I 8

```

75 CONTINUE
C PRODUCT OF PIVOT
D=D*BIGA
C REPLACE PIVOT BY RECIPROCAL
A(KK)=1.0/BIGA
80 CONTINUE
C FINAL ROW AND COLUMN INTERCHANGE
K=N
100 K=(K-1)

```

I 9

```

IF (K) 150,150,105
105 I=L(K)
IF (I-K) 120,120,108
108 JQ=N*(K-1)
JR=N*(I-1)
DO 110 J=1,N
JK=JQ+J
HOLD=A(JK)
JI=JR+I
A(JK)=-A(JI)
110 A(JI)=HOLD
120 J=N(K)
IF (J-K) 100,100,125
125 KI=K-N
DO 130 I=1,N
KI=KI+N
HOLD=A(KI)
JI=KI-K+J
A(KI)=-A(JI)
130 A(JI)=HOLD
GO TO 100
150 RETURN
END

```

Annexe II

Résultats des simulations

(II₁)1-ERE-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	Ibrut	FMNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Consom.
1987	50.00	16.00	4.08	58859.22	5096.72	14657.77	-2151.82	0.08	13532.52
1988	50.00	17.00	4.18	61014.84	5981.47	16006.68	-2312.47	0.10	14382.25
1989	50.00	18.00	4.29	63312.71	6263.84	17399.93	-2440.54	0.12	15311.28
1990	50.00	19.00	4.41	65822.61	6625.22	18968.23	-2542.06	0.14	16330.68
1991	50.00	20.00	4.55	68572.69	7028.55	20730.20	-2614.18	0.16	17453.72
1992	50.00	21.00	4.70	71600.58	7485.12	22715.51	-2655.49	0.18	18696.41
1993	50.00	22.00	4.87	74952.02	8005.48	24967.61	-2665.94	0.20	20078.26
1994	50.00	23.00	5.05	78683.36	8603.23	27525.99	-2647.74	0.21	21623.29
1995	50.00	24.00	5.26	82865.11	9296.17	30448.55	-2606.75	0.23	23361.48
1996	50.00	25.00	5.50	87586.35	10107.47	33804.60	-2554.46	0.25	25330.69
1997	50.00	26.00	5.78	92961.63	11068.39	37681.58	-2511.14	0.27	27579.49
1998	50.00	27.00	6.10	99140.87	12221.74	42191.57	-2510.68	0.28	30171.25
1999	50.00	28.00	6.47	106316.41	13619.69	47478.07	-2605.42	0.30	33189.13
2000	50.00	29.00	6.89	114501.10	15095.26	53590.03	-2786.18	0.32	36687.19
2001	50.00	30.00	7.36	122813.44	15754.91	60369.46	-2650.61	0.33	40615.98

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 94061.059 DA (aux prix de 1986).

Résultats obtenus avec
les conditions initiales
suivantes

K (0)	=	57500.00
X (0)	=	815.00
B (0)	=	-2088.00
W	=	32000.00
V	=	1.100
E	=	0.06
R	=	0.10
PC	=	1.06
PW	=	1.037
PK	=	1.057
D	=	0.065
D4	=	1.9717

(II₂)2-EME-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	Ibrut	PNNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Conson.
1987	50.00	16.00	4.09	59087.95	5325.45	14716.33	-2194.13	0.08	13555.78
1988	50.00	17.00	4.21	61489.04	6241.81	16101.79	-2402.27	0.10	14434.89
1989	50.00	18.00	4.34	64069.08	6576.83	17544.91	-2587.29	0.12	15400.98
1990	50.00	19.00	4.48	66904.38	6999.79	19177.22	-2757.18	0.14	16467.11
1991	50.00	20.00	4.64	70032.62	7477.02	21021.55	-2911.89	0.16	17649.16
1992	50.00	21.00	4.82	73503.62	8023.12	23114.86	-3053.77	0.18	18966.57
1993	50.00	22.00	5.02	77379.01	8653.13	25501.75	-3187.87	0.20	20443.46
1994	50.00	23.00	5.25	81736.19	9386.81	28237.33	-3323.47	0.22	22110.04
1995	50.00	24.00	5.50	86673.97	10250.63	31390.76	-3476.39	0.24	24004.84
1996	50.00	25.00	5.80	92320.28	11280.12	35049.97	-3672.46	0.25	26177.66
1997	50.00	26.00	6.14	98844.00	12524.53	39329.00	-3952.98	0.27	28694.11
1998	50.00	27.00	6.54	106473.16	14054.02	44379.06	-4383.63	0.29	31642.57
1999	50.00	28.00	7.02	115514.33	15961.92	50402.31	-5065.55	0.30	35143.52
2000	50.00	29.00	7.59	126105.74	18099.85	57512.61	-6049.14	0.32	39297.86
2001	50.00	30.00	8.23	137374.93	19466.06	65588.44	-6948.91	0.33	44096.13

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 104611.103 DA (aux prix de 1986).

Résultats Obtenus avec
les Conditions Initiales
Suivantes

$$\begin{aligned}
 K(0) &= 57500.00 \\
 X(0) &= 815.00 \\
 B(0) &= -2088.00 \\
 W &= 32000.00 \\
 V &= 1.100 \\
 E &= 0.06 \\
 R &= 0.10 \\
 PC &= 1.06 \\
 PW &= 1.035 \\
 PK &= 1.057 \\
 D &= 0.065 \\
 D4 &= 1.9717
 \end{aligned}$$

(II₃)3-EME-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	Ibrut	PNNET	Balance	Taux d'Epargne	Dép. Consom.
1987	50.00	16.00	4.06	58519.15	4756.65	14570.69	-2088.92	0.07	13497.94
1988	50.00	17.00	4.13	60315.25	5599.84	15866.74	-2180.01	0.10	14304.58
1989	50.00	18.00	4.22	62205.80	5811.04	17188.60	-2225.92	0.12	15180.01
1990	50.00	19.00	4.31	64253.26	6090.83	18666.47	-2230.44	0.14	16132.78
1991	50.00	20.00	4.41	66474.80	6398.01	20313.73	-2187.47	0.15	17172.94
1992	50.00	21.00	4.52	68894.42	6740.48	22155.60	-2091.39	0.17	18312.34
1993	50.00	22.00	4.65	71540.51	7124.22	24221.13	-1936.58	0.19	19565.10
1994	50.00	23.00	4.78	74447.09	7556.71	26544.75	-1717.77	0.21	20948.17
1995	50.00	24.00	4.94	77655.57	8047.54	29167.58	-1430.60	0.23	22482.04
1996	50.00	25.00	5.11	81216.52	8608.56	32139.04	-1072.34	0.25	24191.81
1997	50.00	26.00	5.30	85192.67	9255.22	35519.19	-643.15	0.26	26108.49
1998	50.00	27.00	5.52	89662.92	10007.77	39381.84	-147.93	0.28	28270.95
1999	50.00	28.00	5.77	94721.13	10886.30	43816.19	403.33	0.30	30727.49
2000	50.00	29.00	6.04	100292.64	11728.39	48821.35	1063.39	0.31	33493.61
2001	50.00	30.00	6.33	105566.25	11792.63	54232.86	2215.56	0.33	36497.80

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 80715.656 DA (aux prix de 1986).

Résultats Obtenus avec
les Conditions Initiales
Suivantes

K (0)	=	57500.00
X (0)	=	815.00
B (0)	=	-2088.00
W	=	32000.00
V	=	1.100
E	=	0.06
R	=	0.10
PC	=	1.06
PW	=	1.037
PK	=	1.057
D	=	0.065
D4	=	1.9717

(II₄)4-EME-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	Ibrut	FNNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Consom.
1987	50.00	16.00	4.05	73025.08	6525.08	16938.89	-2220.41	0.15	14387.53
1988	50.00	17.00	4.12	75933.66	6559.83	18469.96	-2233.10	0.17	15282.29
1989	50.00	18.00	4.21	79179.63	7042.65	20268.13	-2200.10	0.20	16273.82
1990	50.00	19.00	4.30	82799.55	7578.90	22310.06	-2115.59	0.22	17379.12
1991	50.00	20.00	4.42	86866.11	8206.54	24643.09	-1980.73	0.24	18619.55
1992	50.00	21.00	4.55	91470.63	8947.83	27321.90	-1800.78	0.27	20022.27
1993	50.00	22.00	4.70	96731.67	9834.57	30415.65	-1588.08	0.29	21622.44
1994	50.00	23.00	4.89	102805.98	10910.90	34013.12	-1366.34	0.31	23466.49
1995	50.00	24.00	5.11	109905.30	12239.62	38230.87	-1177.44	0.33	25616.97
1996	50.00	25.00	5.38	118323.26	13913.22	43226.23	-1093.07	0.35	28160.47
1997	50.00	26.00	5.72	128479.73	16072.63	49218.68	-1234.46	0.37	31220.45
1998	50.00	27.00	6.14	140998.16	18942.42	56527.52	-1808.13	0.38	34979.78
1999	50.00	28.00	6.67	156835.21	22886.96	65636.88	-3168.86	0.39	39719.88
2000	50.00	29.00	7.37	177052.41	28058.97	77070.84	-5761.84	0.41	45793.58
2001	50.00	30.00	8.18	199015.74	30815.94	90021.69	-8523.77	0.41	53054.33

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 129533.584 DA (aux prix de 1986).

Résultats Obtenus avec
les Conditions Initiales
Suivantes

$K(0)$	=	70000.00
$X(0)$	=	815.00
$B(0)$	=	-2088.00
W	=	34000.00
V	=	1.200
E	=	0.06
R	=	0.10
PC	=	1.065
PW	=	1.044
PX	=	1.057

(II₅)5-EME- Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	Ibrut	PNNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Conson.
1987	50.00	16.00	4.08	72742.02	8142.02	16954.20	-2582.10	0.15	14353.09
1988	50.00	17.00	4.17	75125.62	6020.70	18104.18	-2533.50	0.16	15203.92
1989	50.00	18.00	4.28	77889.71	6520.37	19818.51	-2448.46	0.19	16139.35
1990	50.00	19.00	4.40	80939.92	6944.70	21733.15	-2294.18	0.21	17172.85
1991	50.00	20.00	4.54	84333.47	7440.54	23905.21	-2067.37	0.23	18320.96
1992	50.00	21.00	4.69	88132.83	8016.03	26377.56	-1765.18	0.26	19604.28
1993	50.00	22.00	4.87	92417.47	8691.28	29204.31	-1388.22	0.28	21048.78
1994	50.00	23.00	5.07	97289.18	9492.58	32452.66	- 942.67	0.30	22687.68
1995	50.00	24.00	5.30	102881.01	10456.29	36207.77	- 443.88	0.32	24564.31
1996	50.00	25.00	5.57	109370.04	11633.07	40579.50	78.08	0.34	26736.18
1997	50.00	26.00	5.90	116997.53	13095.99	45713.20	569.24	0.36	29281.54
1998	50.00	27.00	6.29	126103.96	14956.30	51807.68	935.31	0.38	32310.03
1999	50.00	28.00	6.76	137117.41	17318.65	59118.53	1039.24	0.39	35970.20
2000	50.00	29.00	7.38	151698.60	21437.06	68407.05	238.30	0.41	40631.41
2001	50.00	30.00	7.20	138827.31	-5286.35	65933.70	11402.99	0.38	41012.94

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 108045.461 DA (aux prix de 1986).

Résultats Obtenus avec
les Conditions Initiales
Suivantes

$K(0)$	=	68000.00
$X(0)$	=	815.00
$B(0)$	=	- 2088.00
W	=	34000.00
V	=	1.200
E	=	0.06
R	=	0.10
PC	=	1.06
PW	=	1.035
PK	=	1.057
D	=	0.05
$D4$	=	1.99

(II₆)6-EME-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	IBrut	FNNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Conson.
1987	50.00	16.00	4.06	73165.74	6665.74	16972.08	-2246.66	0.15	14400.17
1988	50.00	17.00	4.14	76230.39	6722.93	18525.05	-2289.73	0.17	15311.24
1989	50.00	18.00	4.23	79659.47	7240.60	20353.40	-2293.82	0.20	16323.84
1990	50.00	19.00	4.34	83496.17	7819.68	22435.19	-2254.96	0.22	17456.43
1991	50.00	20.00	4.46	87822.52	8501.16	24821.10	-2176.98	0.25	18732.39
1992	50.00	21.00	4.61	92742.66	9311.27	27570.38	-2068.98	0.27	20181.70
1993	50.00	22.00	4.78	98393.08	10287.55	30758.71	-1948.93	0.29	21843.60
1994	50.00	23.00	4.99	104956.38	11482.95	34484.52	-1848.99	0.31	23770.46
1995	50.00	24.00	5.24	112682.52	12973.97	38878.93	-1824.26	0.33	26033.46
1996	50.00	25.00	5.55	121923.71	14875.32	44122.10	-1967.55	0.35	28734.22
1997	50.00	26.00	5.93	133193.22	17365.69	50470.92	-2435.43	0.37	32017.94
1998	50.00	27.00	6.41	147273.46	20739.90	58310.08	-3497.24	0.38	36106.91
1999	50.00	28.00	7.03	165349.52	25439.73	68222.26	-5604.40	0.39	41344.91
2000	50.00	29.00	7.90	190320.16	33238.12	81524.62	-9943.60	0.41	48439.90
2001	50.00	30.00	8.02	186769.46	5965.31	82111.38	-1958.23	0.38	51298.07

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 138797.207 DA (aux prix de 1986).

Résultats Obtenus avec
les Conditions Initiales
Suivantes

K(0)	= 70000.00
X(0)	= 815.00
B(0)	= -2088.00
W	= 34000.00
V	= 1.200
E	= 0.06
R	= 0.10
PC	= 1.065
PW	= 1.043
PK	= 1.057
D	= 0.05
D4	= 1.992

(II₇)7-EME-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	Ibrut	PNNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Conson.
1987	50.00	16.00	4.09	69656.80	5260.80	16356.05	-2043.21	0.12	14386.25
1988	50.00	17.00	4.17	71920.79	5955.80	17844.73	-2020.59	0.15	15204.90
1989	50.00	18.00	4.27	74380.71	6271.73	19447.37	-1930.28	0.17	16101.67
1990	50.00	19.00	4.33	77093.87	6655.34	21256.46	-1770.18	0.20	17088.47
1991	50.00	20.00	4.50	80100.64	7092.74	23300.73	-1533.75	0.22	18179.82
1992	50.00	21.00	4.64	83452.42	7597.12	25619.38	-1215.85	0.24	19393.65
1993	50.00	22.00	4.80	87213.51	8184.06	28259.84	- 813.53	0.27	20752.31
1994	50.00	23.00	4.98	91465.28	8874.09	31280.47	- 327.55	0.29	22284.10
1995	50.00	24.00	5.18	96312.77	9695.15	34754.24	235.02	0.31	24025.41
1996	50.00	25.00	5.43	101893.59	10695.39	38773.86	856.93	0.33	26023.85
1997	50.00	26.00	5.71	108392.01	11698.78	43459.68	1504.34	0.35	28343.01
1998	50.00	27.00	6.05	116061.63	13414.40	48972.23	2116.11	0.37	31070.05
1999	50.00	28.00	6.46	125238.41	15328.05	55523.35	2594.31	0.38	34324.34
2000	50.00	29.00	6.95	136415.89	17815.11	63379.22	2764.03	0.40	38262.90
2001	50.00	30.00	7.29	141027.61	11841.77	68952.86	6212.95	0.40	41529.87

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 99425.122 DA (aux prix de 1986).

Résultats Obtenus avec les
Conditions Initiales Suivantes

K(0)	=	68000.00
X(0)	=	815.00
B(0)	=	- 2088.00
W	=	34000.00
V	=	1.200
E	=	0.07
R	=	0.10
PC	=	1.06
PW	=	1.035
PK	=	1.057
D	=	0.053
D4	=	1.99

(II₈) 8-EME-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	Ibrut	PNNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Consom.
1987	50.00	16.00	4.05	75050.41	8550.41	17456.52	-2715.56	0.13	15165.57
1988	50.00	17.00	4.05	78737.83	7439.94	18930.32	-3011.57	0.14	16231.65
1989	50.00	18.00	4.07	82980.36	8179.42	20914.64	-3333.10	0.17	17430.81
1990	50.00	19.00	4.10	87782.08	8950.73	23191.07	-3673.48	0.19	18790.08
1991	50.00	20.00	4.14	93272.36	9879.38	25838.65	-4053.21	0.21	20344.49
1992	50.00	21.00	4.22	99615.92	11007.18	28940.56	-4503.65	0.23	22140.25
1993	50.00	22.00	4.31	107035.50	12400.38	32607.92	-5074.98	0.26	24239.71
1994	50.00	23.00	4.44	115839.69	14155.97	36991.75	-5847.49	0.28	26729.05
1995	50.00	24.00	4.62	126468.83	16421.12	42303.96	-6950.93	0.30	29731.07
1996	50.00	25.00	4.86	139574.58	19429.19	48854.02	-8599.19	0.32	33427.15
1997	50.00	26.00	5.17	156165.09	23569.24	57116.60	-11155.42	0.33	38097.27
1998	50.00	27.00	5.61	177892.66	29535.83	67867.89	-15264.26	0.35	44198.88
1999	50.00	28.00	6.23	207592.49	38594.46	82452.40	-22112.16	0.36	52522.63
2000	50.00	29.00	7.17	251436.13	54223.27	103758.06	-34417.92	0.38	64683.96
2001	50.00	30.00	7.61	268496.92	29632.59	111902.50	-34919.78	0.34	73464.45

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 183943.478 DA (aux prix de 1986).

Résultats Obtenus avec les
Conditions Initiales Suivantes

$K(0)$	=	70000.00
$X(0)$	=	815.00
$B(0)$	=	-2088.00
W	=	35000.00
V	=	1.120
E	=	0.06
R	=	0.10
PC	=	1.08
PW	=	1.07
PK	=	1.06
D	=	0.05
$D4$	=	2.08

(II₉) 9-EME-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	IBrut	FNNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Consom.
1987	50.00	16.00	4.02	58153.81	6261.31	14581.27	-2661.63	0.00	14575.50
1988	50.00	17.00	4.16	60736.84	6363.02	15721.47	-3226.41	0.01	15591.70
1989	50.00	18.00	4.31	63564.03	6775.09	17042.00	-3842.08	0.02	16707.73
1990	50.00	19.00	4.47	66648.04	7215.67	18518.42	-4511.91	0.03	17937.61
1991	50.00	20.00	4.64	70027.56	7711.64	20180.28	-5244.86	0.04	19298.13
1992	50.00	21.00	4.84	73747.55	8271.79	22059.13	-6051.87	0.06	20809.43
1993	50.00	22.00	5.05	77862.74	8908.78	24193.70	-6947.04	0.07	22496.00
1994	50.00	23.00	5.29	82440.01	9638.35	26631.38	-7948.75	0.08	24387.78
1995	50.00	24.00	5.56	87562.38	10480.98	29430.97	-9081.36	0.10	26521.92
1996	50.00	25.00	5.86	93333.80	11462.97	32665.97	-10377.65	0.11	28944.94
1997	50.00	26.00	6.21	99886.27	12619.18	36429.60	-11882.37	0.13	31715.90
1998	50.00	27.00	6.60	107390.40	13996.73	40841.83	-13657.79	0.15	34911.01
1999	50.00	28.00	7.06	116061.89	15651.87	46056.33	-15788.76	0.16	38628.85
2000	50.00	29.00	7.58	125928.31	17410.45	52127.70	-18298.59	0.18	42936.41
2001	50.00	30.00	8.15	136052.06	18309.09	58892.81	-20787.84	0.19	47788.03

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 105957.938 DA (aux prix de 1986).

Résultats Obtenus avec
les Conditions Initiales
Suivantes

$$\begin{aligned}
 K(0) &= 55500.00 \\
 X(0) &= 815.00 \\
 B(0) &= -2088.00 \\
 W &= 35000.00 \\
 V &= 0.950 \\
 E &= 0.06 \\
 R &= 0.10 \\
 PC &= 1.06 \\
 PW &= 1.035 \\
 PK &= 1.057 \\
 D &= 0.065 \\
 D4 &= 1.9717
 \end{aligned}$$

(II₁₀)10-EME-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	IBrut	PNNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Consom.
1987	50.00	16.00	4.07	73465.30	6015.30	17008.15	-2180.96	0.13	14854.75
1988	50.00	17.00	4.11	76131.16	6339.13	18533.89	-2204.72	0.15	15668.58
1989	50.00	18.00	4.16	79111.35	6786.75	20279.10	-2167.23	0.18	16571.73
1990	50.00	19.00	4.23	82461.85	7306.07	22271.02	-2064.77	0.21	17580.87
1991	50.00	20.00	4.31	86258.60	7919.84	24555.81	-1897.29	0.24	18717.24
1992	50.00	21.00	4.42	90599.80	8654.13	27190.61	-1669.66	0.26	20008.33
1993	50.00	22.00	4.54	95615.54	9545.73	30248.59	-1395.08	0.29	21490.46
1994	50.00	23.00	4.70	101481.71	10646.95	33825.24	-1100.45	0.31	23212.63
1995	50.00	24.00	4.90	108442.86	12035.24	38049.06	-835.53	0.34	25242.83
1996	50.00	25.00	5.14	116849.60	13828.88	43098.67	-688.70	0.36	27678.27
1997	50.00	26.00	5.46	127224.35	16217.23	49233.42	-815.64	0.38	30633.44
1998	50.00	27.00	5.87	140384.52	19521.39	56851.04	-1494.66	0.39	34423.62
1999	50.00	28.00	6.42	157665.41	24300.11	66595.89	-3231.77	0.41	39328.37
2000	50.00	29.00	7.19	181206.74	31424.60	79463.34	-6920.89	0.42	45972.25
2001	50.00	30.00	7.96	202083.21	29936.81	91657.90	-8929.87	0.42	53171.10

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 129975.564 DA (aux prix de 1986).

Résultats Obtenus avec
les Conditions Initiales
Suivantes

$K(0) = 71000.00$
 $X(0) = 815.00$
 $B(0) = -2088.00$
 $W = 35000.00$
 $V = 1.295$
 $E = 0.07$
 $R = 0.10$
 $PC = 1.067$
 $PW = 1.044$
 $PK = 1.0575$
 $D = 0.05$
 $D4 = 2.01$

(II₁₁) 11-EME-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	Ibrut	PNNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Consom.
1987	223.21	16.73	4.09	69656.80	5260.80	28625.64	481.29	0.50	14386.25
1988	109.52	18.15	4.17	71920.79	5955.80	23572.28	1677.59	0.35	15204.90
1989	53.77	18.85	4.27	74380.71	6271.73	21463.36	2181.01	0.25	16101.67
1990	26.46	19.19	4.38	77093.87	6655.34	21196.65	2328.86	0.19	17088.47
1991	13.12	19.36	4.50	80100.64	7092.74	22009.10	2300.61	0.17	18179.82
1992	6.70	19.44	4.64	83452.42	7597.12	23508.29	2185.91	0.18	19393.65
1993	3.75	19.47	4.80	87213.51	8184.06	25521.19	2027.03	0.19	20752.31
1994	2.68	19.49	4.98	91468.28	8874.09	28000.03	1840.79	0.20	22284.10
1995	2.84	19.48	5.18	96312.77	9695.15	30974.82	1628.90	0.22	24025.41
1996	4.14	19.47	5.43	101893.59	10685.39	34536.02	1382.39	0.25	26023.85
1997	6.99	19.43	5.71	108392.01	11898.78	38838.32	1082.80	0.27	28343.01
1998	12.37	19.37	6.05	116061.63	13414.40	44122.79	700.84	0.30	31070.05
1999	22.21	19.24	6.46	125238.41	15328.05	50750.62	201.02	0.32	34324.34
2000	40.03	19.02	6.95	136415.89	17815.11	59237.52	-477.98	0.35	38262.90
2001	72.20	18.62	7.29	141027.61	11841.77	66360.31	2439.68	0.37	41529.87

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 99425.122

Résultats Obtenus avec
les Conditions Initiales
Suivantes

K(0)	=	71000.00
X(0)	=	815.00
B(0)	=	-2088.00
W	=	35000.00
V	=	1.295
E	=	0.07
R	=	0.10
PC	=	1.067
PW	=	1.044
PK	=	1.0575
D	=	0.05
D4	=	2.01

(II₁₂) 12-EME-Simulation
Programme de Contrôle Optimal

Année	Extraction	Prix	Travail	Capital	Ibrut	FNNET	Balance	Taux d'Épargne	Dép. Consom.
1987	354.77	15.68	4.09	69656.80	5260.80	35101.38	1798.05	0.59	14386.25
1988	170.73	18.42	4.17	71920.79	5955.80	28265.41	3956.05	0.46	15204.90
1989	82.15	19.98	4.27	74380.71	6271.73	24789.55	5141.07	0.35	16101.67
1990	39.13	20.96	4.38	77093.87	6655.34	23753.96	5812.95	0.28	17088.47
1991	18.12	21.67	4.50	80100.64	7092.74	24203.44	6234.36	0.25	18179.82
1992	7.86	22.24	4.64	83452.42	7597.12	25581.60	6544.52	0.24	19393.65
1993	3.00	22.74	4.80	87213.51	8184.06	27618.58	6815.43	0.25	20752.31
1994	1.01	23.21	4.98	91465.28	8874.09	30216.66	7083.42	0.26	22284.10
1995	0.82	23.67	5.18	96312.77	9695.15	33384.53	7365.32	0.28	24025.41
1996	2.10	24.11	5.43	101893.59	10685.39	37209.48	7666.65	0.30	26023.85
1997	5.12	24.54	5.71	108392.01	11898.78	41856.19	7985.48	0.32	28343.01
1998	10.66	24.93	6.05	116061.63	13414.40	47586.53	8313.30	0.35	31070.05
1999	20.21	25.26	6.46	125238.41	15328.05	54791.41	8641.51	0.37	34324.34
2000	36.31	25.48	6.95	136415.89	17815.11	64023.54	8943.26	0.40	38262.90
2001	63.02	25.52	7.29	141027.61	11841.77	72095.56	13036.17	0.42	41529.87

Enveloppe Financière de 1990 à 1999 : EF = 99425.122

Résultats Obtenus avec les Conditions
Suivantes

K(0)	=	68000.00	D	=	0.063
X(0)	=	815.00	D4	=	1.99
B(0)	=	2088.00	C1	=	002
W	=	34000.00			
V	=	1.200			
E	=	0.065			
R	=	0.10			
PC	=	1.06			
PW	=	1.035			
PK	=	1.057			

Annexe III

Résultats de l'estimation de la fonction de production du bien de consommation

Année	OBS	KHHY 86	IHHY 86	QHHY 86	QHHY 865	IHHY 865	KHHY 865
1974	1	262.82	27.88	42.16	0.8432	0.08364	3.67948
1975	2	277.61	33.15	66.47	1.3294	0.09945	3.88654
1976	3	296.82	34.85	70.38	1.4076	0.10455	4.15548
1977	4	316.88	43.18	75.99	1.5198	0.12954	4.43632
1978	5	344.25	55.76	85.51	1.7102	0.16728	4.81950
1979	6	382.84	60.01	103.87	2.0774	0.18003	5.35976
1980	7	440.64	57.12	112.71	2.2542	0.17136	6.16896
1981	8	459.51	69.53	120.36	2.4072	0.20859	6.43314
1982	9	506.09	77.86	125.63	2.5126	0.23358	7.08526
1983	10	578.85	86.70	133.79	2.6750	0.26010	8.10390
1984	11	648.89	91.29	142.46	2.8492	0.27387	9.08446
	12	.	.	.	.	.	.
	13	.	.	.	.	.	.

SAS
AUTOREG PROCEDURE

VARIABLE	OF	B VALUE	STD ERROR	RATIO APPROX	PROB
INTERCPT	0	0			
LZE2	1	0.588974201	0.041920773	14.050	0.0001
A(1)	1	-0.728078439	0.214858470	-3.389	0.0080

AUTOREGRESSIVE PARAMETERS ASSUMED GIVEN

VARIABLE	OF	B VALUE	STD ERROR	RATIO APPROX	PROB
INTERCPT	0	0			
LZE2	1	0.588974201	0.041616609	14.152	0.0001

Définition des variables

KHHY 865 Stock de Capital Hors Hydrocarbures effectivement utilisé : unité 5000 DA aux prix de 1986)/travailleur potentiel (Unité = 50 milliards de DA)

IHHY 865 Investissement Brut Hors Hydrocarbures (Unité = 50 milliards de DA)

QHHY 865 Somme des valeurs ajoutées brutes Hors Hydrocarbures. (Unité = 50 milliards de DA)

Force de travail = 10 millions de travailleurs.

NB : AM1 = AM2 = 0,7

Année	OBS	INI 86	KHHY 86	IHHY 86	QHHY 86	QHHY 865	IHHY 865	KHHY 865
1974	1	0.45333	262.82	27.88	42.16	0.8432	0.08364	3.67948
1975	2	0.51333	277.61	33.15	66.47	1.3294	0.09945	3.88654
1976	3	0.58667	296.82	34.85	70.38	1.4076	0.10455	4.15548
1977	4	0.61333	316.88	43.18	75.99	1.5198	0.12954	4.43632
1978	5	0.66667	344.25	55.76	85.51	1.7102	0.16728	4.81950
1979	6	0.70000	382.84	60.01	103.87	2.0774	0.18003	5.35976
1980	7	0.76000	440.64	57.12	112.71	2.2542	0.17136	6.16896
1981	8	0.80000	459.51	69.53	120.36	2.4072	0.20859	6.43314
1982	9	0.86667	506.09	77.86	125.63	2.5126	0.23358	7.08526
1983	10	0.92667	578.85	86.70	133.79	2.6750	0.26010	8.10390
1984	11	1.00000	648.89	91.29	142.46	2.8492	0.27387	9.08446
	12	.	.	.	.	.	.	.
	13	.	.	.	.	.	.	.

SAS
AUTOREG PROCEDURE

VARIABLE	OF	B VALUE	STD ERROR	RATIO APPROX	PROB
INTERCPT	0	0			
LZE2	1	0.600508537	0.044162934	13.598	0.0001
A(1)	1	-0.735632096	0.211431870	-3.479	0.0069

AUTOREGRESSIVE PARAMETERS ASSUMED GIVEN

VARIABLE	OF	B VALUE	STD ERROR	RATIO APPROX	PROB
INTERCPT	0	0			
LZE2	1	0.600508537	0.043873473	13.687	0.0001

Avec AM1 = 0.7

AM2 = 0.15

INI = Indice des prix du capital
(Base 100 = 1986)

REFERENCES

- 1) M. ALBOUY "La régulation économique dans l'entreprise" DUNOD TOME 2 1972.
- 2) M. ALBOUY et A. BRETON "Interprétation économique du principe du maximum" RIRO
- 3) K. J. ARROW ET M. KURZ "Public Investment, the Rate of Return and optimal fiscal Policy", John Hopkins Press, Baltimore (1970)
- 4) R. K. DAS "Optimal Investment Planning" 1974 Rotterdam - University Press
- 5) P. DASGUPTA, R. EASTWOOD ET G. HEAL "Resource Management in a Trading Economy" in Quaterly Journal of Economics pp. 297 - 306 (1978)
- 6) R. DORFMAN, P. A. SAMUELSON ET R. M. SOLOW "Linear Programming and Economic Analysis", Rand Corporation, New York (1958).
- 7) M. L. F. FARHAT "Optimal Depletion of the Non-renewables Resources with special references To the oil Ressources 1975 PH THESIS, University of

Southampton.

- 8) J. FORRESTER "World Dynamics", Wright-Allen Press, Cambridge (Mass) (1971).
- 9) LANGASKENS et J. GAZON "L'élaboration de modèles statiques et dynamiques en économie".
- 10) L. PONTRYAGIN, V. BOLTIANSKY, R. GAMKELIDZE ET E. MITCHENKO "Théorie mathématique des processus optimaux" New York (1962)
- 11) R. M. SOLOW Intergenerational Equity, Review of Economic Studies, Symposium (1974)
- 12) A. SOUAMES "Economie des ressources rares non renouvelables : un survol" - in recherches économiques de Louvain - vol 44 n° 1 mars 1978 pp. 17 - 52.
- 13) A. SOUAMES "Aperçu théorique sur les problèmes à commande optimal" Cahiers de l'Institut des Sciences Economiques d'Alger n° 1 (1981).
- 14) A. SOUAMES "Epuisement optimal d'une ressource naturelle non renouvelable dans une économie sous-développée", in Cahiers de l'Institut des Sciences Economiques d'Alger - n° 2 (1982).
- 15) A. SOUAMES "Application de la théorie du contrôle optimal à l'économie des ressources naturelles" - thèse de doctorat en Sciences Appliquées, Université Catholique de Louvain (1983).

Notes

[*] Directeur du CREAD.

L'auteur remercie M. BADJADI Moncef, économètre, pour les multiples applications informatiques que les résultats numériques obtenus dans cette étude ont nécessitées.

[]** «Epuisement optimal d'une ressource naturelle non renouvelable dans une économie sous-développée» in cahier n° 2 de l'Institut des Sciences Economiques d'Alger.

[1] ρ = désigne le taux social d'escompte, $i - e$, le taux auquel la société escompte ses futures utilités.

[2] La notation f_x signifie la dérivée partielle de la fonction f par rapport à la variable x soit $\frac{\partial f}{\partial x}$