

SOMMAIRE

REMERCIEMENT.....	0
INTRODUCTION.....	1
PARTIE I : LA FONCTION DE PRODUCTION.....	2
I. Approches théoriques de la fonction de production.....	2
II. La fonction de production dans la théorie économique.....	9
III. Le progrès technique dans le processus de production.....	27
IV. L'innovation.....	36
V. L'Entreprise et la production.....	38
PARTIE II : LE SYSTEME EDUCATIF.....	44
I. L'économie de l'éducation.....	45
II. Produits et facteurs de production du système éducatif.....	53
III. Applications (utilisation du logiciel DEA-solver).....	61
CONCLUSION.....	77
BIBLIOGRAPHIE.....	78
TABLES DES MATIERES.....	79

REMERCIEMENTS

Je tiens avant tout à louer notre seigneur, notre guide et protecteur tout au long de cette préparation de mémoire de fin d'études car Il m'a donné la force et santé durant la réalisation de mon travail. Rien n'aurait été possible sans l'aide, l'appui, et les collaborations de plusieurs personnes à qui j'adresse mes reconnaissances et mes vifs remerciements :

- A mon encadreur

Mr Rado RANDRIAMBOARISON,

- A tous les enseignants du département Economie,
- Le ministère de l'enseignement technique de Madagascar,
- A mes parents qui m'ont soutenu financièrement et moralement,
- A mes amies promotions SEDRA,
- A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation du présent mémoire.

INTRODUCTION

Pour transmettre les connaissances de génération en génération, l'éducation assure le rôle de relayeur depuis la société traditionnelle jusqu'à nos jours. Elle est considérée comme moteur de toutes les croissances économiques car elle est au centre de tous les secteurs d'activités. Tout comme la production, elle est aussi l'une des piliers de la croissance. Dans la réalité, les producteurs sont confrontés aux plusieurs problèmes durant le processus de la production. Pour atteindre un objectif donné, ils doivent savoir gérer et évaluer les facteurs afin d'en tirer plus de profit possible : comment évalue et gère-t-on les facteurs de production ? La méthode DEA-solver nous aide à la résolution de ce problème concernant en particulier l'évaluation de performance des facteurs.

Le thème s'intitule *la fonction de production et le système éducatif*. Il est composé de deux grandes parties selon laquelle la première sera consacrée à l'analyse théorique de la fonction de production et la deuxième sera l'évaluation du système éducatif par la méthode DEA-solver (DEA : Data envelopment analysis).

PARTIE I : LA FONCTION DE PRODUCTION

I. Approches théoriques de la fonction de production

Pour parvenir à ses fins ou à ses objectifs, les entreprises doivent établir des planifications en matière de production. L'un des objectifs est la maximisation du profit et/ou la minimisation des coûts. Ces derniers sont complémentaires car en minimisant les coûts, on réalise à la fois la maximisation du profit.

1. Définition de la fonction de production

Dans le cadre Microéconomique, la fonction de production indique le niveau maximal de la production qui peut être obtenu par les différentes combinaisons de facteurs de production, la technologie étant donnée.

La forme générale pour une firme quelconque est :

$$Q=f(X_1,X_2,\dots\dots\dots,X_n)$$

Dans cette expression, **Q** est l'OUTPUT ou la quantité du bien produite et/ou la quantité du service offert par une firme considérée. Ce service offert est immatériel, donc il est évalué après le résultat obtenu comme par exemple l'apaisement d'une ville (La police offre du service de sécurisation), l'augmentation du taux de réussite à l'examen (amélioration du service offert par les professeurs) en occurrence le système éducatif,... Cette dernière sera expliciter plus clairement dans le chapitre II.

Pour produire les biens et services, on a besoin des facteurs de production : (X_1, X_2, \dots, X_n) . Les facteurs de production sont aussi appelés INPUTS.

Comme l'expression précédente indique que l'OUTPUT est fonction des INPUTS utilisés, dans une firme à rendement constant, l'augmentation des inputs utilisés entraîne aussi un accroissement au niveau de l'output.

En général, on désigne par L le facteur travail, par K le facteur capital et par T le progrès Technique, et par Q la quantité produite à l'aide d'une combinaison productive de ces trois facteurs :

On a donc $Q=f(K, L, T)$

Parfois le facteur capital K et celui du travail L sont substituables, par exemple une machine peut remplacer plusieurs personnes pour une tâche très difficile à exécuter, dans certain cas ils sont complémentaires comme par exemple un assemblage délicat se fera à la main pour assurer la qualité ou encore la machine ne peut tout simplement exécuter la tâche. On appelle aussi T le facteur résiduel de la production.

C'est à partir de l'observation de la réalité que l'étude de la production doit obligatoirement commencer. Les premiers théoriciens ont d'ailleurs suivi cette démarche pour forger ensuite des instruments d'analyse pouvant être utilisés dans toutes les situations qui se posent en pratique.

2. L'observation de la réalité

La première fonction de toute entreprise est *la production*. Comme indique R. Frisch, au sens technique, la production est tout processus de transformation régi par des hommes ou à la réalisation duquel des hommes ont intérêt.

Cette transformation implique que certaines marchandises ou certains services s'intègrent dans le processus au cours duquel ils perdent leur identité tandis que d'autres marchandises ou d'autres services naissent du processus. Dans la réalité, il y a un processus de transformation des matières premières opérer par les industries. Les résultats de la transformation en occurrence les produits sont différents. Certains produits sont directement utilisables comme le cas des produits finis, ils existent aussi des produits semi-finis qu'on ne peut pas utiliser ou consommer directement.

On a indiqué précédemment que les produits peuvent aussi se concrétiser sous une forme de services offerts. Prenons le cas du système éducatif (que ce soit le secteur public ou privé) qui, à travers lequel, est le moyen absolument le plus efficace pour acquérir des connaissances. Dans ce cas, le niveau de la production sera évalué à partir des connaissances acquises par les étudiants. On verra plus des détails dans la partie II.

Dans le processus de production, on peut combiner divers facteurs et techniques de production pour produire un bien ou service. Mais il arrive parfois que la production

n'entraîne pas nécessairement une modification des propriétés intrinsèques des facteurs : il s'agit souvent d'un déplacement (c'est le cas du transport, d'un tri ou d'une conservation : c'est le cas du commerce.)

3. Un cas particulier : la fonction Cobb-Douglas

Cette fonction de production a d'abord été étudiée mathématiquement vers 1930 par les américains C. Cobb et P. Douglas, puis elle a été ensuite vérifiée statistiquement après la guerre.

Souvent utilisée en macroéconomie, par exemple pour l'étude de la croissance de la France depuis la 2^{ème} guerre, E. Malinvaud a choisi une fonction Cobb-Douglas, elle l'est aussi en microéconomie.

La fonction de production de type Cobb-Douglas est de la forme : $Q = AK^\alpha L^\beta$

Cette fonction est homogène de degré $(\alpha + \beta)$. En effet :

$$A (\lambda K)^\alpha (\lambda L)^\beta = \lambda^{(\alpha + \beta)} AK^\alpha L^\beta = \lambda^{(\alpha + \beta)} Q$$

Les rendements d'échelle sont donc constants si $(\alpha + \beta) = 1$.

La fonction de Cobb-douglas homogène de degré 1 peut alors s'écrire sous la forme :

$$Q = AK^\alpha L^{1-\alpha}; K \text{ et } L \text{ étant des réels positifs, avec } 0 < \alpha < 1$$

Caractéristiques de la fonction Cobb-Douglas :

On l'a vu précédemment qu'elle est une fonction homogène de degré 1 puisque $(\alpha + \beta) = 1$.

- Les rendements d'échelle sont constants.
- Les productivités moyennes sont :

$$\frac{Q}{K} = \left(\frac{L}{K}\right)^\beta \quad \text{et} \quad \frac{Q}{L} = \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha$$

- Les productivités marginales sont :

$$\frac{dQ}{dK} = \alpha \left(\frac{L}{K}\right)^\beta \quad \text{et} \quad \frac{dQ}{dL} = \beta \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha$$

- Le TMST (taux marginale de substitution technique) est : $\frac{dQ}{dL} = -\frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha$

4. politique de production

Les physiocrates soutenaient que seule la terre pourrait produire et l'école classique avec A. Smith élargissait cette conception en cherchant l'origine de la richesse des nations moins dans la terre que dans le travail de l'homme. Il s'agit là de discussions d'ordre philosophique qui ne sont pas retenues dans l'analyse moderne de la production.

L'entreprise réalise donc sa production grâce à un ensemble d'opérations complexes regroupées dans un certain nombre de centre d'activités : atelier, usines, dépôts, magasins,...Au moment de prendre la décision de produire, le chef d'entreprise se trouve confronté à deux séries de problèmes :

- Comment produire et sous quelles contraintes ?
- Quelles méthodes utiliser ?

Pour déterminer donc une politique de production, un entrepreneur doit suivre quelques étapes (voir la citation dans les pages suivantes). Processus de détermination des politiques de production

(Chacun des numéros d'ordre croissant correspond aux étapes à suivre)

1. SITUATION COMPETITIVE

Nombre

Ressources des concurrents

Nature

Objectifs

Stratégies et tactiques des concurrents

Dans cette étape, un entrepreneur doit être capable d'imiter et de distinguer dans les moindres détails ce que les autres font.

2. RESSOURCES DE L'ENTREPRISE

Savoir faire

Ressources financière

Ressources humaines

Produits

Equipement

Procédés

Expertise technique

L'entreprise est capable d'utiliser ses atouts face à la concurrence actuelle ou potentielle.

3. STRATEGIE DE L'ENTREPRISE

Que faire, face à nos concurrents

4. STRATEGIE DE PRODUCTION

Productivité

Services et qualité

Rentabilité des investissements

Niveau de satisfaction du marché

Ce que doit réaliser la fonction de production pour assurer notre compétitivité.

5. STRUCTURE ECONOMIQUE

Structure des coûts

Marges

Structures de l'entreprise

Flexibilité des coûts : variation en volume, changement de produit, évaluation des
couts

Il s'agit ici des contraintes et opportunités économiques sectorielles.

6. TECHNOLOGIE

Equipement

Procédés

Matières premières

Evolution future

Là aussi s'agit des contraintes et opportunités économiques sectorielles.

7. EVALUATION

Forces et faiblesses de l'entreprise relative au marché et aux concurrents

Il s'agit tout simplement d'évaluer les forces et faiblesse de l'entreprises.

8. POLITIQUE DE PRODUCTION

Valeur ajoutée (combien et où)

Echelle du processus

Choix du processus et de l'équipement

Emplacement de l'usine ou des usines

Détermination des éléments critiques de contrôle

Système de contrôle

Organisation de l'usine

Comment nous organiser pour atteindre les objectifs qu'implique notre stratégie au point de vue de production. Ceci en fonction de nos ressources et contrainte économiques et technologiques.

9. EXIGENCES QUI RESSORTISSENT AU VICE-PRESIDENT ET A LA DIRECTION DE LA PRODUCTION

Systèmes et méthodes production

Contrôles de la production

Gestion courante de la production

Comment traduire cette organisation dans les faits, au niveau de la direction de la production. D'abord il nous faut des systèmes fondamentaux de production (par exemple : planification de la production, gestion des stocks, normes de qualité, système de rémunération). Ensuite il faut contrôler les coûts, la qualité, les flux, les stocks et des délais. Enfin de déterminer les points clés du succès au niveau du fonctionnement de l'entreprise (qualité de main d'œuvre, degré d'utilisation de l'équipement, productivité, matières premières,...).

10. RESULTATS

Productivité

Service et qualité

Niveau de satisfaction du marché

Rentabilité des investissements

A travers les résultats obtenus, on peut analyser l'efficacité de notre « fonction de production », faire des changements dans nos ressources, remarquer des effets sur la situation compétitive et réviser la stratégie et enfin une analyse et révision des politiques et des opérations de production.

5. l'organisation de la production

La complexité même du processus de production conduit naturellement à une diversité très large des modes de production. J. Woodward estime que les différentes productions peuvent être regroupées en quatre catégories :

- *La production par projet unitaire* : L'entreprise réalise un produit pour répondre à un besoin spécifique ce qui a une liaison étroite avec les futurs utilisateurs. Ce produit doit être fabriqué en un seul exemplaire ou en tout petit nombre : construction d'un immeuble, d'une usine, d'un bateau, etc. En conséquence, une organisation particulière de la production doit être mise en place dont la durée de vie est nécessairement réduite
- *La production pour atelier ou par lots* .Dans ce cas, la production est exécutée à la demande des clients. Il s'agit de multiples produits à fabriquer en quantités relativement limitées.il n'est donc pas possible d'affecter en permanence les équipements à la fabrication d'une même catégorie de produits. Le système de production doit nécessairement être flexible pour répondre à des demandes dont les caractéristiques changent régulièrement, c'est par exemple le cas de la confection.
- *La production de masse*. L'entreprise fabrique des produits multiples en très grande quantité mais selon des processus qui combinent des éléments standards. Le système est alors particulièrement rigide et tout changement demande des délais très importants, c'est par exemple le cas des chaînes de fabrication d'automobiles.
- *La production par processus*. On réalise avec un processus unique un seul produit de grande série. Aucune flexibilité n'est admise par le système, c'est le cas de la production d'acier par exemple.

II. La fonction de production dans la théorie économique

La théorie de la production est née de l'étude des problèmes posés par l'agriculture et tout particulièrement le rendement décroissant des sols.

Deux auteurs D. Ricardo et J. von Thunen en tenant d'expliquer la rente foncière, la rémunération du travail et du capital ont largement contribué au renouvellement de la théorie de la production. Tout d'abord, à partir d'études et d'enquêtes sur le terrain, ils ont essayé de quantifier les relations entre la production et les différents facteurs de production. Ils ont introduit le raisonnement marginaliste dans l'étude de la production en insistant sur l'importance de la productivité marginale des facteurs de production.

Voici un cas pratique que J. von Thunen a remarqué en illustrant la productivité marginale du travail à partir du ramassage des pommes de terre dans le domaine de Mecklenburg (voir le tableau ci-dessous).

Nombre de journées de travail	Quantité de pommes de terre récoltées	Récolte de la dernière journée productivité marginale
4	80	
5	86,6	6,6
6	91	4,4
7	94	3
8	96	2
9	97,3	1,3
10	98,2	0,9
11	98,8	0,4
12	99,2	0,6

D'après ce tableau, on peut constater que la productivité marginale diminue progressivement. Si le prix de la quantité unitaire de pommes de terre est de **5** dans le marché, et que le salaire journalier coûte **8**, il sera plus avantageux de s'arrêter à la huitième journée de travail que d'aller au-delà.

On peut donc procéder au calcul de gain de la huitième journée :

$$2 \times 5 = 10 \text{ qui est supérieur à } 8,$$

Alors que dans la neuvième journée, on ne procure qu'un gain de :

$1,3 \times 5 = 6,5$ qui est inférieur au salaire journalier.

Si l'on peut fractionner la journée de travail, on pourra donc s'arrêter du travail au moment où la productivité marginale est équivalente au montant du salaire. Pour J. von Thunen, la rémunération du travail est déterminée par sa productivité marginale.

On a vu précédemment que la fonction de production est une relation technologique entre la quantité Q de bien et/ou du service produite par une entreprise et les quantités X_1, X_2, \dots, X_n des différents facteurs de production utilisés à cet effet. Pour produire, l'entreprise adopte quelques techniques pour la gestion des facteurs de production. Certaines entreprises n'utilisent qu'un seul facteur dans le processus de production, d'autres mettent en œuvre plusieurs facteurs. Mais parmi ces facteurs, ils existent ceux qui sont complémentaires et d'autres sont substituables ; et certains facteurs sont autres que technologiques.

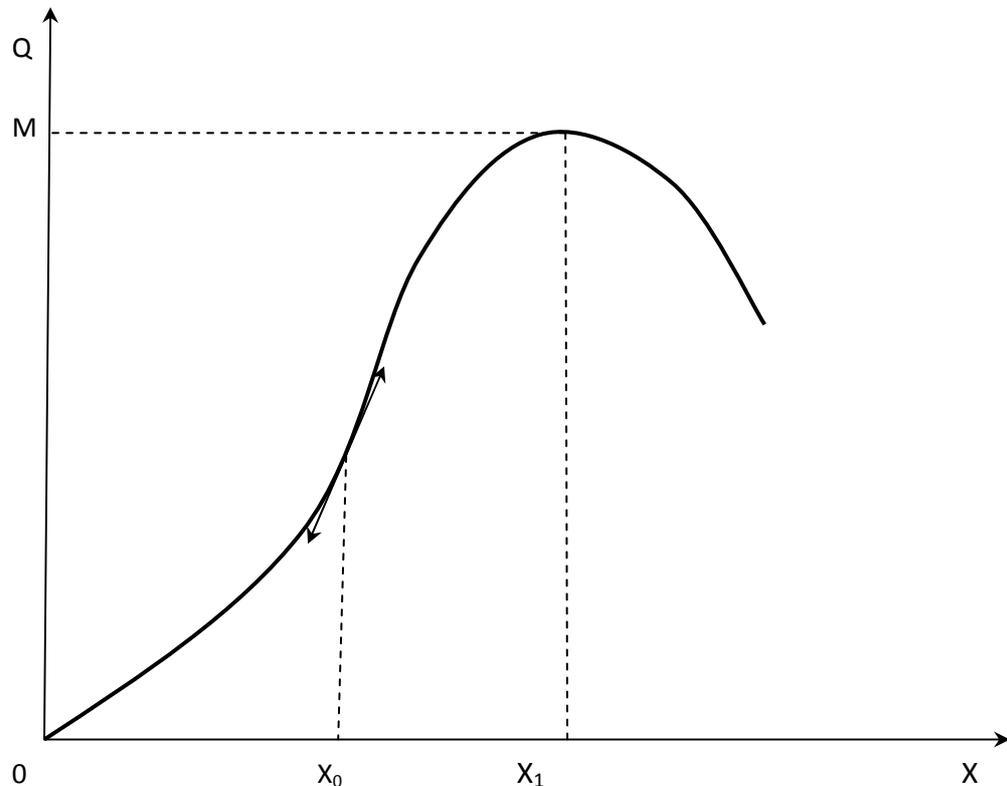
1. La fonction de production à un seul facteur

1.1 L'analyse de J. von Thunen

J. von Thunen a, comme on l'a vu précédemment, étudié l'évolution de la production d'une terre donnée en fonction de la qualité d'une terre donnée en fonction de la quantité de travail que les travailleurs consacraient à sa mise en valeur.

Il convient de souligner que la fonction de production dite à un seul facteur en comporte en réalité, plusieurs. Ce qui lui donne son nom, c'est le fait que, tous ces facteurs, sauf un seul, sont utilisés en quantité fixe. Par exemple, un agriculteur utilise deux charrues, deux bœufs alors lui seul ne pourra pas manœuvrer ces deux facteurs de production. Pour augmenter la production, il devra recruter quelques mains d'œuvres pour lui aider. En ce moment-là, le facteur à varier ce sont les mains d'œuvres seulement pour faire accroître la superficie des terres cultivables ; et avec quelque bon nombre des travailleurs, la qualité du labourage sera plus meilleure qu'avec une seule personne. Ce sont donc les variations des quantités du seul facteur variable qui entraînent les modifications du niveau de la production.

L'évolution de la quantité produite Q en fonction de la quantité du facteur variable utilisé X obéit à une loi de type suivant.



(Graphique 1)

Cette représentation fait apparaître les propriétés de la loi de production, et appelle immédiatement deux remarques :

- La première est que la production est croissante puis décroissante : à partir d'un certain niveau d'utilisation X_1 du facteur variable X , une augmentation de la quantité utilisée entraîne une diminution de la quantité produite. La production passe donc par un maximum M .
- La seconde concerne la zone où la production est croissante. On constate en effet l'existence d'un point d'inflexion I avant lequel la production augmente à un rythme croissant et au-delà duquel elle augmente encore, mais à un taux décroissant qui deviendra nul puis négatif.

Pour approfondir les problèmes soulevés par ces deux remarques, il est nécessaire d'introduire un nouveau concept, celui de productivité.

1.2 Les productivités

La fonction de production qui vient d'être présentée peut s'exprimer par la relation :

$$Q = f(X)$$

1.2.1 La productivité moyenne et la productivité marginale

- La productivité moyenne d'un facteur est égale au rapport de la production à la quantité de facteur employée.

La production moyenne du facteur variable s'exprime donc par la relation suivante :

$$P_M = \frac{Q}{X} = f(X)/X$$

Dans l'exemple précédent de J. von Thunen (voir tableau précédent), la productivité moyenne $P_M = \frac{98,2}{10} = 9,82$ pour 10 journées de travail, et la productivité marginale

$P_m = 98,2 - 97,3$ pour la dixième journée de travail.

On remarquera que la productivité moyenne est une fonction de X et dépend de la forme de la fonction de production.

-La productivité marginale est le rapport entre une variation de la production et la variation de la quantité de facteur qui l'a induite. Elle mesure l'augmentation de la production que l'on pourrait obtenir en utilisant une unité supplémentaire de facteur de production.

Elle est donc exprimée par la relation suivante :

$$P_m = \Delta Q / \Delta X$$

Si la variation devient infiniment petite, on obtiendra à la limite :

$$P_m = \frac{dQ}{dX} = \frac{df}{dX} = f'(X)$$

On peut donc conclure que la productivité marginale est à la fois fonction de X et dérivée de la fonction de production.

1.2.2 L'élasticité de la production

L'élasticité de production est égale au rapport existant entre la variation en pourcentage de la production et la variation en pourcentage de la quantité du facteur variable. Elle détermine ainsi la valeur du taux de croissance de la production induit par une augmentation de 1% de la quantité de facteur variable employée.

Son expression analytique est :

$$E = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta X/X}$$

A la limite, si ΔX tend vers zéro, on obtient :

$$E = \left(\frac{dQ}{Q}\right) / \left(\frac{dX}{X}\right) = \left(\frac{dQ}{dX}\right) \times \left(\frac{X}{Q}\right)$$

Soit :

$$E = P_m / P_M$$

L'élasticité de la production de la production est donc égale au quotient de la productivité marginale du facteur variable par sa productivité moyenne. Comme ces deux derniers concepts, elle est une fonction de X.

1.3 L'analyse de la fonction de production à un seul facteur

Les différents concepts qui viennent d'être définis permettent une étude systématique de la fonction de production à un seul facteur et mettent en évidence certaines propriétés de portée générale.

1.3.1 La loi des rendements croissants puis décroissants

La productivité du facteur variable est équivalente à celle du taux de croissance de la production. L'évolution de la production constatée par J. von Thunen peut se traduire en termes économiques par la formule suivante : lorsque le facteur variable est utilisé en faibles quantités, sa productivité marginale est croissante, puis à partir d'une certaine intensité d'utilisation elle devient décroissante et même négative au fil du temps.

A travers l'analyse de la fonction de production, on rencontre fréquemment ce phénomène des rendements croissants puis décroissants. Ce phénomène traduit le fait que pour une quantité donnée des autres facteurs de production ; il existe une intensité d'utilisation de facteur variable pour laquelle l'efficacité, mesurée en termes d'accroissement de la production, de l'unité supplémentaire de facteur est maximale. Si le facteur variable est trop rare ou abondant par rapport aux facteurs fixes, l'efficacité de l'unité supplémentaire utilisée est relativement faible, mais lorsqu'on s'approche de la situation d'optimalité, ce rendement augmente au fur et à mesure.

L'existence de rendements négatifs ; qui apparaissent lorsque le facteur variable existe en trop grande quantité ; traduit le fait que l'excessive abondance de ce facteur empêche le déroulement normal du processus de production.

Il est très nécessaire pour une firme de connaître dans le moindre détail de sa fonction de production en occurrence la connaissance de la loi des rendements croissants puis décroissants. Cette connaissance permet à elle de définir un intervalle d'utilisation normale du facteur variable (la zone dans laquelle où la productivité marginale est décroissante toute en restant positive). L'entrepreneur n'a aucun intérêt à limiter l'utilisation du facteur variable tant qu'il sait que l'emploi d'une unité supplémentaire de ce

facteur entraînera une augmentation de la production supérieure à celle qu'il obtenait auparavant d'une utilisation analogue. Or cette situation est caractéristique des rendements croissants. Par conséquent, l'entrepreneur a tout avantage à se placer dans la zone des rendements décroissant (voir graphique 2)

1.3.2 Relations existantes entre la P_m et P_M

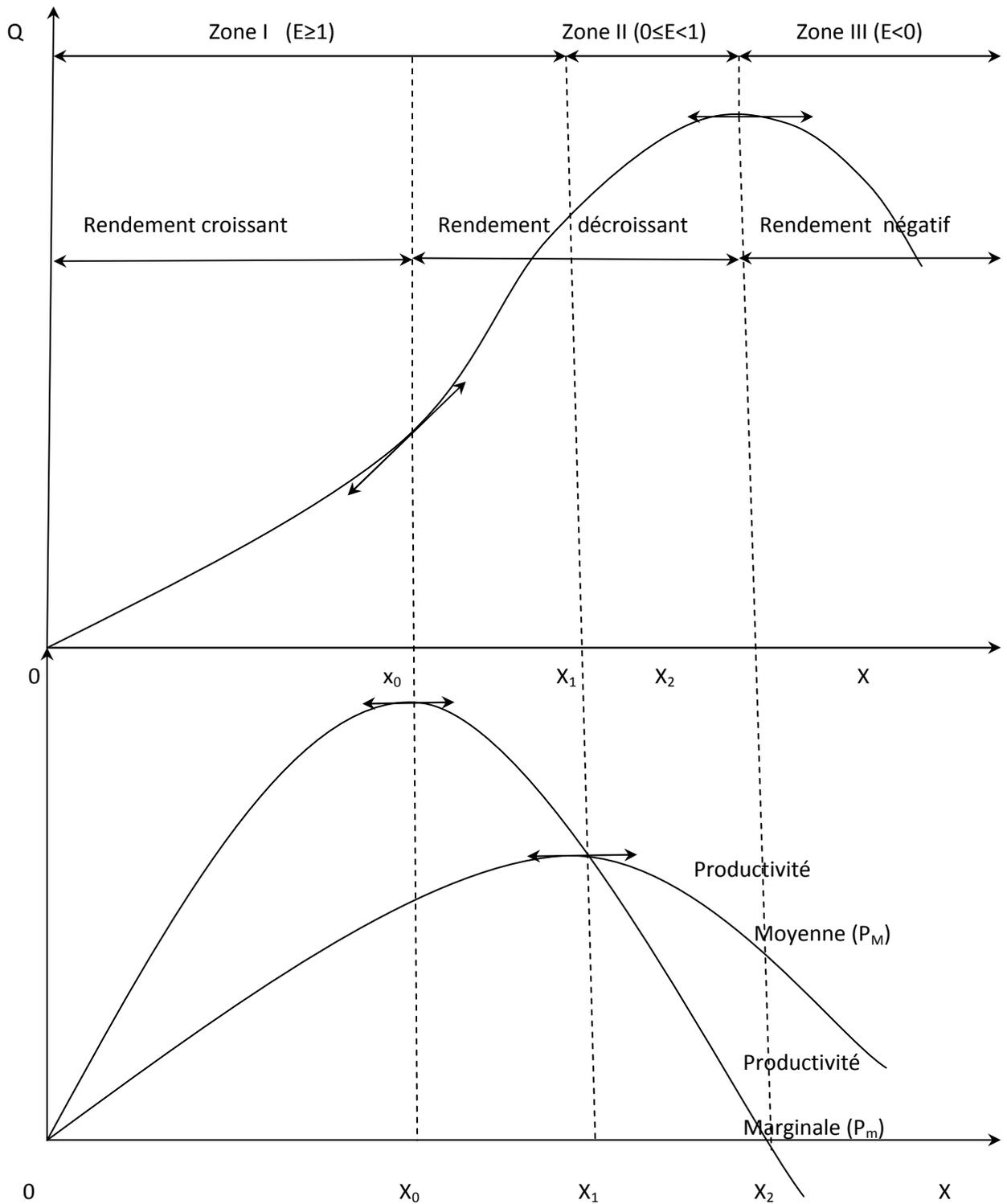
L'étude des relations qui existent entre la productivité marginale P_m et la productivité moyenne P_M ; on constate que la productivité coupe la productivité moyenne en son maximum (voir graphique 2). Cette propriété se justifie parfaitement si l'on considère la définition des deux productivités.

Supposons 10 personnes se trouvent dans une pièce. On s'intéresse au poids de chacune de ces personnes et on a constaté que leur poids moyen est égal à 60 kg. Si une onzième personne mesurant 82kg entre dans cette même pièce, le poids moyen sera :

$$\frac{(60 \times 10) + 82}{11} = 62 \text{ kg}$$

On constate que l'arrivée d'une personne dont le poids est supérieur à la moyenne, augmente la valeur du poids moyen des occupants. Même cas pour une personne entrante de poids inférieur au poids moyen conduirait par contre à une diminution du poids moyen.

Ceci n'explique pas le fait que la productivité moyenne P_M dépend des effets de toutes les unités de facteur variable utilisées, alors que la productivité marginale P_m ne prend en compte que les conséquences de la dernière unité de facteur employée. Il est donc clair que si la productivité marginale est supérieure à la productivité moyenne, cette dernière ne peut que croître. Inversement, la productivité moyenne ne peut que décroître.



(Graphique 2)

Interprétation du graphique 2 :

Les variations de la production moyenne dépendent donc de sa valeur comparée à celle de la productivité marginale. Or, en raison de l'évolution particulière de la productivité marginale, celle-ci ne peut être égale à la productivité moyenne qu'en un seul point autre

que l'origine. Ce point est nécessairement le maximum de la productivité moyenne. En effet, avant ce point, la productivité marginale est supérieure à la productivité moyenne qui est donc croissante. Après ce point, la productivité marginale devient inférieure à la productivité moyenne, qui est de ce fait décroissante.

La démonstration analytique de la propriété est simple. La productivité moyenne est maximum lorsque sa dérivée est nulle. La productivité moyenne n'est au maximum que si elle est égale à la productivité marginale ($P_M = P_m$)

L'étude de l'évolution de l'élasticité de la production E permet de réduire l'intervalle d'utilisation normal du facteur variable. On constate en effet trois zones de valeur pour E :

$E \geq 1$: La production croît proportionnellement plus vite que la quantité de facteur de production utilisée.

$0 \leq E < 1$: La quantité produite croît moins vite que la quantité de facteurs utilisée.

$0 < E$: La production décroît alors que la quantité de facteur variable augmente.

La zone II est la place idéale pour l'entrepreneur où l'élasticité est comprise entre 0 et 1. En effet avant cette zone II, il a toujours avantage à augmenter la quantité de facteur qu'il utilise puisque le taux de croissance de la production est supérieur à celui de l'emploi du facteur variable.

2. Les fonctions de production à facteurs substituables

Supposons deux facteurs travail et capital qui sont parfaitement substituables. En effet, même si nous réduisons légèrement la quantité de travail employée, nous pourrons maintenir la production à son niveau en augmentant légèrement la quantité du capital. Il s'agira d'une fonction de production de substitution.

2.1 Analyse empirique

L'hypothèse de la substituabilité des facteurs de production est l'une des plus anciennes de la science économique. Elle peut s'écrire sous forme :

$Q = f (X_1, X_2, \dots, X_n)$ où Q désigne la production, (X_1, X_2, \dots, X_n) les quantités de facteurs.

Il est à remarquer que tous les éléments de l'équation précédente étant mesurés en unités physiques. La production Q est le fruit de la combinaison des facteurs. Cette fonction de production indique une situation où les facteurs de production sont interchangeables, donc on peut substituer les facteurs pour obtenir le niveau de production désiré.

Voici donc un exemple qui nous permettra de préciser ces notions. Soit un tableau à double entrée qui établit une correspondance entre le volume de production d'une entreprise et l'utilisation des deux facteurs de production en occurrence le capital et le travail.

Travail \ Capital	1	2	3	4	5	6
1	141	200	245	282	316	346
2	200	282	346	400	445	490
3	245	346	423	490	548	600
4	282	400	490	564	632	693
5	316	448	548	632	705	775
6	346	490	600	693	775	846

Ce tableau contient les principales caractéristiques de la fonction de production à facteurs substituables :

-La loi des rendements décroissants traduite par la diminution de la productivité des facteurs apparaît en ligne pour le facteur travail, en colonne pour le capital. En effet, la productivité marginale du travail passe de $200 - 141 = 59$, à $245 - 200 = 45$, puis à 37 et enfin à 30.

-On obtient la même production 346 (voir tableau ci-dessus) avec la combinaison de ces différents facteurs.

Comme par exemple dans le secteur agricole, pour augmenter la production à un certain niveau, on a le choix de : recourir à un grand nombre de matériel agricole, ou améliorer le type d'engrais utilisé en augmentant aussi sa quantité, ou élargir les surfaces cultivable et accroître les effectifs de main d'œuvre.

2.2 L'optimum de production dans le cas de la substitution

Avec une infinité de combinaison de facteur de production, une firme peut envisager ou réaliser un certain volume de production. Mais le problème, pour réaliser une production optimale, est de choisir une combinaison plus favorable et de quoi va dépendre la décision ?

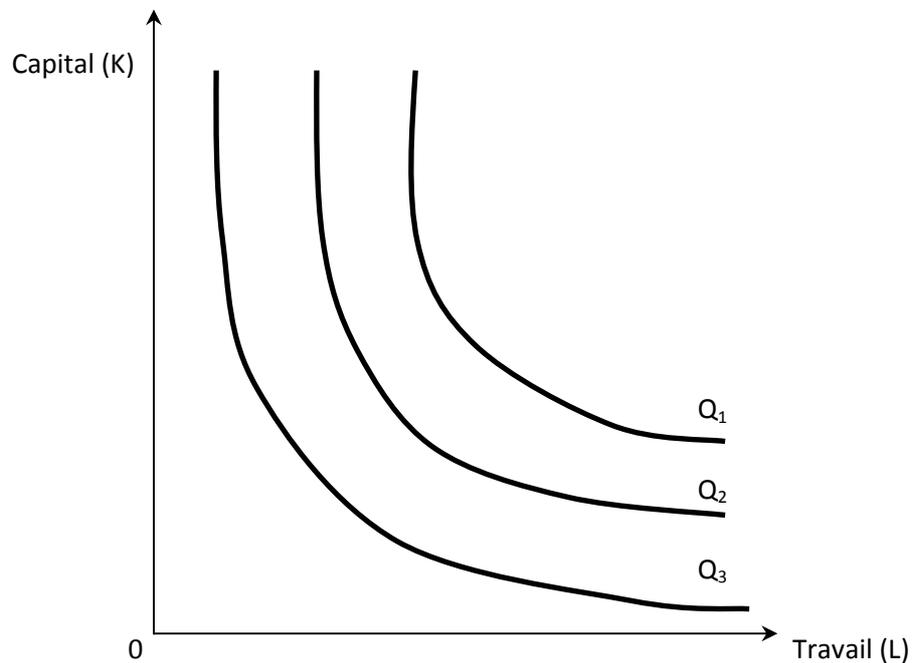
Puis que, par définition toutes ces combinaisons donnent un résultat identique sur le plan quantitatif, il est nécessaire d'introduire un élément supplémentaire qui sera le coût monétaire associé à chaque combinaison.

Pour optimiser la production, deux situations sont à envisager : soit on fixe un niveau de production Q et cherche à l'atteindre au moindre coût, soit on se fixe une somme à ne pas dépasser et cherche à obtenir la production la plus élevée à l'intérieur de cette contrainte.

2.2.1 Les isoquants

Selon l'hypothèse de substituabilité, les différentes combinaisons de facteurs de production associés à un niveau de production donnée définissent un *isoquant*. Un isoquant (ou courbe d'iso produit) est une courbe qui montre toutes les combinaisons possibles de facteurs ou d'inputs qui peuvent produire une quantité déterminée de produit.

Il y a une infinité d'isoquants, chacun correspond à un niveau de production différent, qui est d'autant plus élevé qu'on s'éloigne de l'origine.



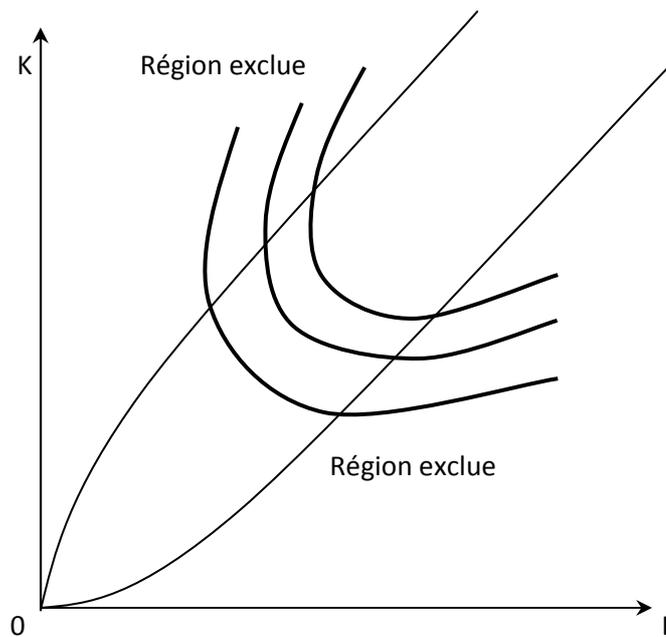
(Figure A)

Pour une fonction de production à facteurs substituables, la représentation graphique sera celle de la figure A ci-dessus :

On constate que :

- Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'origine la quantité produite augmente, d'où **$Q_1 < Q_2 < Q_3$** .
- Même volume de production peut être obtenu avec différentes combinaisons de facteurs K et L,
- Accroissement de la production peut être réalisé en augmentant soit la quantité utilisée des deux facteurs soit la quantité d'un seul,
- La forme de l'isoquant dépend de la forme de fonction de production et traduit donc les relations techniques qui existent entre les facteurs,
- Les isoquants ne peuvent par définition se couper.

Si les isoquants étudiés ont en général des pentes négatives, du fait de la contrainte d'efficacité technique, dans la réalité ils peuvent avoir des régions à pente positive, qui seraient cependant exclus par l'entrepreneur qui voudrait maximiser son profit (voir fig. B ci-dessous).



(Figure B)

2.2.2 Le TMST (taux marginal de substitution technique)

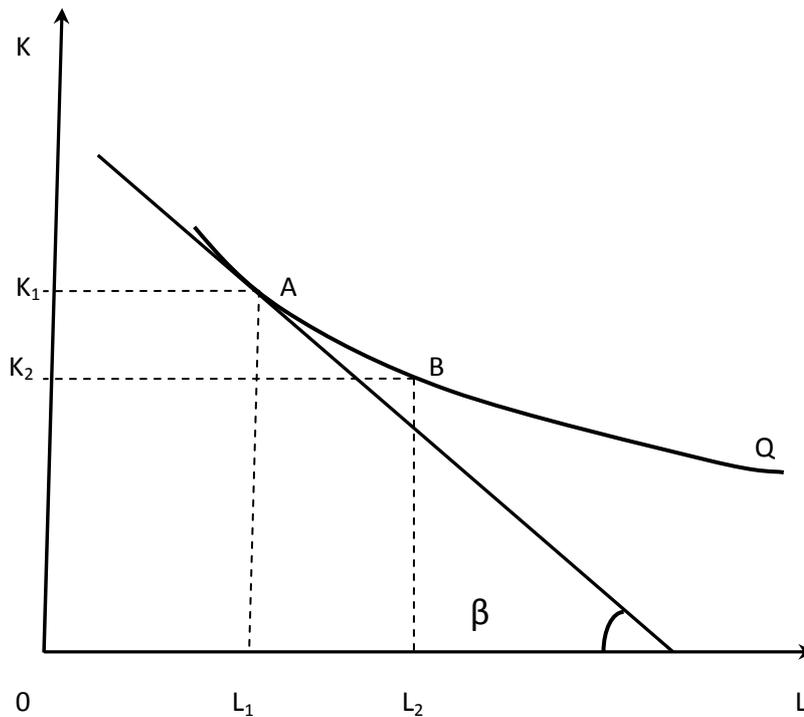
Le taux marginal de substitution technique (TMST) de deux facteurs est donc égal à l'opposé de l'inverse du rapport de leurs productivités marginales :

$$\text{TMST} = \frac{dK}{dL} = - (P_{mL}/P_{mK})$$

Cette expression est bien étendue toujours négative du moins aussi longtemps que les productivités marginales restent positives, ce qui est le cas le plus fréquent. Il est bien évident que le TMST est variable : plus la quantité utilisée d'un facteur décroît, plus il faut lui

substituer une grande quantité de l'autre. Ce fait traduit le principe des rendements décroissants.

Soit un isoquant qui correspond à une production Q.



Interprétation :

La production Q, dans le point A, est obtenue avec K_1 et L_1 quantité de facteurs. Si l'on se déplace sur la courbe à partir du point A dans de faibles proportions vers le point B, on constate qu'une diminution ΔK de facteur capital doit être compensée par une augmentation ΔL du facteur travail.

Par convention, le rapport $\frac{\Delta K}{\Delta L}$ est appelé aussi taux marginal de substitution technique et lorsque B tend vers A, il est représenté par la pente $\frac{\Delta K}{\Delta L}$ de la tangente à la courbe au point A soit $\frac{\Delta K}{\Delta L} = tg\beta$.

On a vu précédemment qu'à deux facteurs, la fonction de production est de la forme $Q=f(K,L)$ d'où la différentielle totale sera : $dQ = \frac{\delta Q}{\delta K} dK + \frac{\delta Q}{\delta L} dL$, étant donné que nous nous trouvons sur un isoquant, c'est-à-dire une courbe où la production est constante :

$$dQ=0, \text{ on en déduit que } \frac{dK}{dL} = - \frac{\delta Q / \delta L}{\delta Q / \delta K}$$

Or, $\frac{\delta Q}{\delta L}$ et $\frac{\delta Q}{\delta K}$ sont les productivités marginales de chacun des facteurs.

D'où le $TMST = \frac{dK}{dL}$

2.2.3 Les rendements d'échelle

Le rendement d'échelle constitue un des éléments caractérisant une fonction de production. Mais il ne faut pas confondre les rendements d'échelle où l'on raisonne sur les deux facteurs avec les rendements marginaux (ou factoriels) où l'on raisonne sur un seul facteur variable, l'autre fixe. Les rendements d'échelle concernent la longue période alors que les rendements marginaux concernent la courte période.

On peut analyser l'évolution de la production lorsque les quantités de facteurs restent en proportion constantes. A partir d'une combinaison donnée (X_1, X_2, \dots, X_n) de ces facteurs, on étudiera l'expression :

$$Q=f [\lambda(X_1, X_2, \dots, X_n)] \text{ avec } 0 < \lambda < +\infty$$

Cette analyse est connue sous le nom d'étude des *rendements d'échelle*. Elle considère en effet l'évolution de la production dans le cas d'une croissance homothétique de la firme. Les proportions de facteurs sont constantes, donc il suffit de connaître celles de tous les autres. L'analyse des rendements d'échelle peut ainsi se présenter sur un graphique à deux dimensions.

Quatre cas peuvent être envisagés :

- *Les rendements d'échelle constants* : la production croit de façon proportionnelle aux quantités de facteurs utilisées. $f[\lambda(X_1, X_2, \dots, X_n)] = \lambda Q$ que l'on peut représenter graphiquement en prenant un seul facteur X_1 comme dans la figure A.

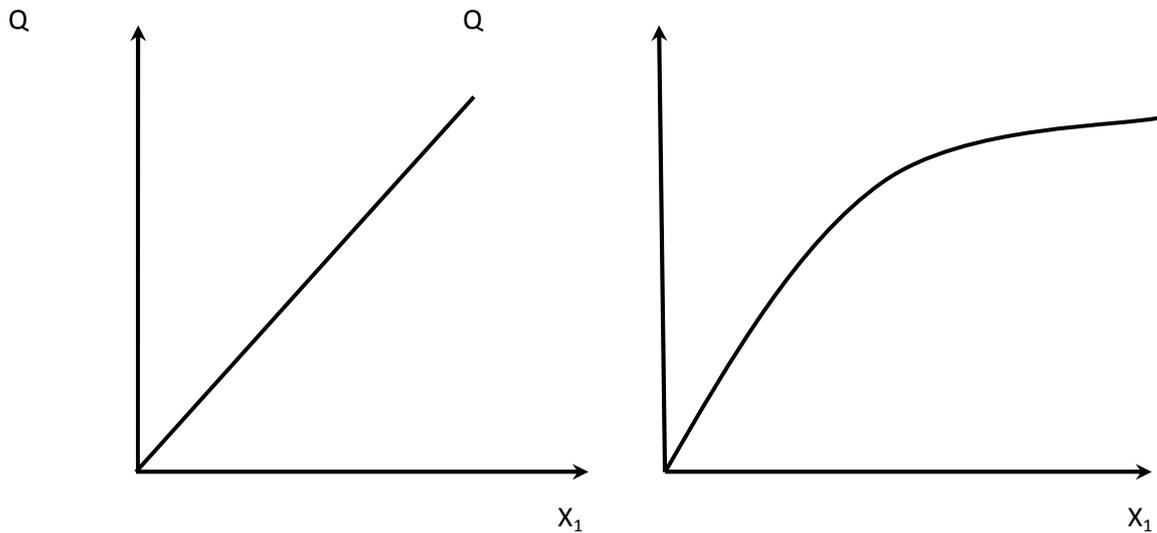


Fig. A

Fig. B

- *Les rendements d'échelle décroissants* : La quantité produite croit moins vite que les quantités de facteurs mises en œuvre (voir fig. B). On dit qu'il y a des *déséconomies d'échelles* : $f[\lambda(X_1, X_2, \dots, X_n)] < \lambda Q$. Les causes de cette situation peuvent se trouver dans : difficulté de coordination dans une grande entreprise ensuite une lourdeur de la centralisation.
- *Les rendements croissants* : La production croit plus vite que les quantités de facteurs employées (voir fig. C ci-dessous), le cas contraire du précédent. On dit qu'il y a des *économies d'échelle* : $f[\lambda(X_1, X_2, \dots, X_n)] > \lambda Q$. Les causes des rendements d'échelle proviennent principalement de : d'abord l'indivisibilité ensuite l'utilisation de techniques rentables seulement au-delà d'une certaine échelle enfin des ouvriers spécialistes et des machines perfectionnées.

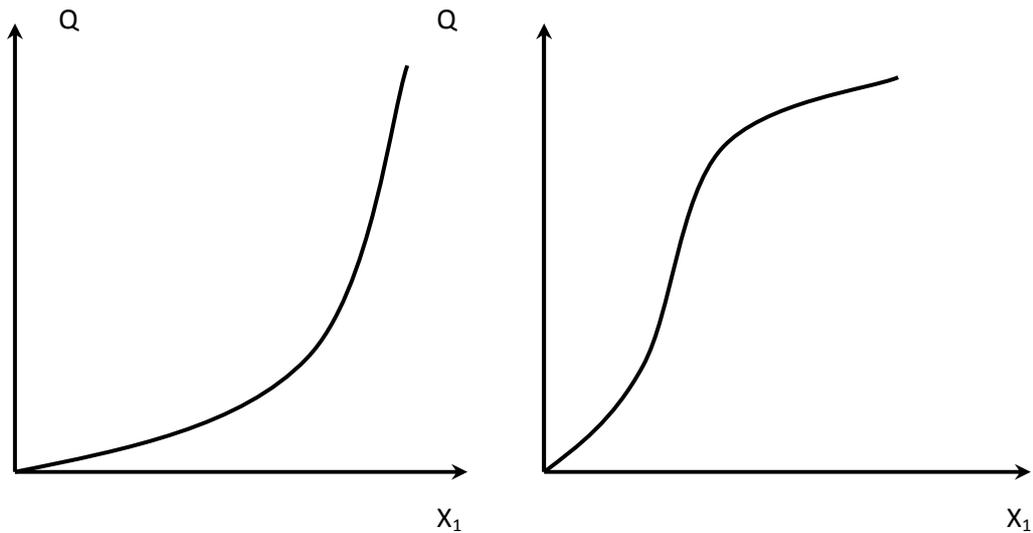


Fig. C

Fig. D

- Le dernier cas possible est une combinaison des deux cas précédents. Les rendements d'échelle sont d'abord croissants, puis décroissants. On obtient ainsi des renseignements sur les échelles de production optimum (voir fig. D).

Remarque :

Les rendements d'échelle sont définis dans le cas où les quantités de tous les facteurs varient alors que les productivités marginales sont étudiées dans le cas où un seul facteur varie. Il est donc possible que pour une même fonction de production les productivités marginales soient décroissantes, alors que les rendements d'échelle sont croissants.

3. Les fonctions de production à facteurs complémentaires

On suppose qu'un niveau donné de production corresponde à une certaine valeur possible de capital et de celui de travail. Il s'agit là d'une fonction de production de complémentarité. Dans la réalité, il existe souvent une certaine liberté technologique. On a le choix entre plusieurs techniques de production c'est-à-dire plusieurs fonction de complémentarité et on peut les combiner.

En effet, dans production industrielle par exemple, l'existence d'un équipement donné détermine les quantités requises des autres facteurs pour obtenir une certaine

production. Dans ce cas, il serait tout à fait absurde d'envisager la possibilité de maintenir le même niveau de production en augmentant par exemple la consommation des matières premières et en diminuant celle d'énergie

La fonction de production à facteurs complémentaires va donc écrire les situations où les processus techniques ou technologiques imposent que les différents interviennent dans des proportions parfaitement bien définies. Il va ainsi exister une relation biunivoque entre la quantité produite et la quantité utilisée de chaque facteur de production.

En effet, lorsque le niveau de production est fixé, la quantité de chaque facteur est déterminée de façon unique. Autrement dit, les proportions des facteurs utilisés sont constantes, on ne dispose plus de la liberté que lui laissait la substitution.

La fonction de production sera donc de la forme :

$$X_1 = f_1(Q) \text{ ou } Q = f_1^{-1}(X_1)$$

⋮

⋮

$$X_n = f_n(Q) \text{ ou } Q = f_n^{-1}(X_n)$$

Si une variable est fixée que ce soit la production, toutes les autres variables sont de ce fait déterminées

III. le progrès technique dans le processus de production

1. Signification et révolutions du progrès technique

1.1 Définition du progrès technique

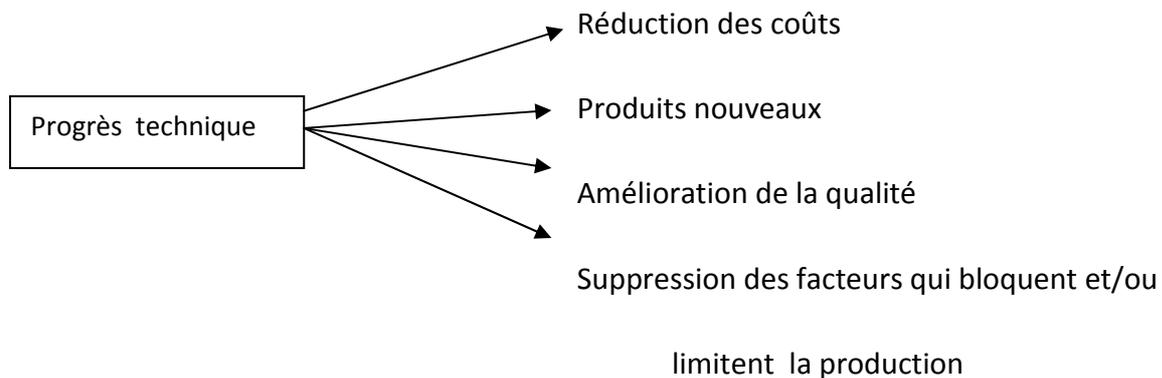
On peut définir le progrès technique comme une nouvelle manière de produire qui permet d'obtenir plus de produit avec la même quantité de facteurs.

P. Ralle et D. Guellec expliquent, de façon plus détaillée, que « *le progrès technique est défini de façon générale comme un accroissement de la connaissance que les hommes*

ont des loi de la nature expliquées à la production. Il consiste donc en l'invention de produits et procédés nouveaux, qui augmentent le bien être des individus soit par un accroissement soit par une transformation de la consommation ».

1.2 Contexte historique

On appelle aussi le progrès technique comme des modifications de caractère technologique des procédés de production et de la nature des biens réalisés qui permettent soit de produire plus avec la même quantité d' « inputs », soit de résoudre des facteurs qui bloquent et limitent la production, soit de produire des marchandises nouvelles ou de meilleur qualité.



On considère généralement que trois révolutions techniques majeures ont marqué la période industrielle dans laquelle nous vivons :

- 1850 - 1900 : Charbon, acier, textile
- 1900 - 1960 : Mécanique, automobile, avion, pétrole, chimie, électricité.
- 1960 jusqu'à nos jours : Electronique, télématique, robotique, biotechnologique, biomasse, atome.

Chacune de ses vagues majeurs de progrès techniques s'appuie sur un ensemble de découvertes. Mais le chemin de la découverte à la production est très long.

2. Approche macroéconomique

Le progrès technique est à la base de la mécanisation qui s'est développée depuis la révolution industrielle, même si d'autres facteurs ont participé à cette transformation. Il s'est traduit sur le long terme par un accroissement très important de la productivité. Certains auteurs insistent sur le caractère limité des gains de productivité dans le domaine industriel au début de la révolution industrielle. Le progrès technique permet alors, soit de produire plus en supprimant un goulot matériel de la production, ce fut par exemple le cas du charbon remplaçant dans un premier temps le bois dans la sidérurgie, soit de baisser les coûts de production en permettant d'utiliser une main d'œuvre moins chère. Il reste que globalement, sur le long terme, le progrès technique a induit un fort accroissement de la productivité.

Le progrès technique a permis aussi la banalisation de nouveaux produits. La plupart des biens industriels qui existent aujourd'hui, n'existaient pas il y a deux siècles.

Au niveau macroéconomique, le rôle important du progrès technique dans la croissance est reconnu par tous le courant de pensée.

- *Analyse néoclassique :*

L'intégration du progrès technique dans l'analyse néoclassique est relativement tardive. Sans doute au niveau empirique, Denison pour les Etats-Unis, Carré, Dubois et Malinvaud pour la France, avaient-ils montré que la partie inexpliquée de la croissance, le fameux « facteur résiduel » expliquerait l'essentiel de la croissance, mais au niveau théorique la caractéristique du progrès technique est de ne pas être un facteur autonome mais de s'intégrer à la fois au capital et à la main d'œuvre. Aussi en faire un troisième facteur dans les fonctions de production qui s'ajoute au capital et au travail.

Les modèle néoclassique récents tentent de prendre en compte la qualité du capital. Ainsi il y aurait des « générations de capital ». Le capital est alors daté et considéré comme d'autant plus performant que sa date de naissance est proche. Le progrès technique reste dans cette approche pour l'essentiel exogène.

Une autre tentative d'intégration du progrès technique à l'analyse de la croissance par les néoclassiques a consisté à prendre en compte la qualité du facteur travail qui incorpore plus ou moins le savoir-faire. La théorie du capital humain explique ainsi la meilleure productivité par l'incorporation du savoir-faire souvent mesuré par le niveau d'éducation et l'expérience de l'activité industrielle.

A titre de remarque, l'analyse libérale privilégie généralement le rôle de l'offre et non la demande dans la diffusion du progrès technique. Ainsi pour les théoriciens de l'offre, c'est le produit nouveau et compétitif qui crée la demande. Le produit, s'il engendre des satisfactions nouvelles, va susciter une demande qui va le porter au rang des innovations qui comptent.

Dans le modèle Néoclassique, l'évaluation du progrès technique s'effectue comme suit : $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$ où K et L sont respectivement le facteur capital et facteur travail, On note r le progrès technique ; alors Y qui est la production s'écrit :

$$Y = Ae^{rt} K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1) \quad \text{où } t \text{ est le temps}$$

Insérons log à chaque membre de l'équation (1), on a :

$$\text{Log } Y = \text{log } A + r t + \alpha \text{ log } K + (1-\alpha) \text{ log } L$$

Intégrons membre à membre :

$$\frac{Y'}{Y} = r + \alpha \frac{K'}{K} + (1 - \alpha) \frac{L'}{L}$$

$$\text{A l'équilibre } I = S \text{ équivaut à } \frac{\Delta K}{K} = \frac{\Delta Y}{Y}$$

$$\frac{\Delta Y}{Y} = r + \alpha \frac{\Delta Y}{Y} + (1 - \alpha) \frac{L'}{L}; \quad \frac{L'}{L} = n \text{ et } \frac{\Delta Y}{Y} = g$$

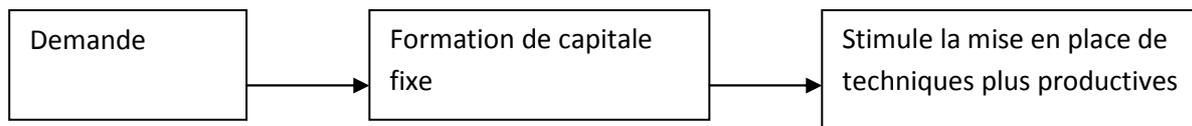
$$\text{On a } g = \frac{r}{(1-\alpha)} + n$$

Si $r > 0$ implique $g > n$ avec g et n sont respectivement le taux de croissance et le taux démographique. Quand cette relation est vérifiée, il y a une amélioration du niveau de vie, toute la population active peut avoir de l'emploi. Dans le cas contraire, le niveau de la production ne permet pas embaucher toute la population active, le risque de sous-emploi.

Si n croît, r croît aussi ; la croissance économique est assurée. Pour les néoclassiques, r est neutre (voir page suivante) c'est-à-dire il n'affecte pas l'équilibre. On appelle aussi le progrès technique comme étant résidu ou le reste.

- *Analyse keynésienne :*

Pour les keynésiens, la croissance de la demande exerce un effet stimulant sur le processus d'investissement et d'innovation.



Le progrès technique est indissociable de la croissance des pays riches, car il permet de reculer les seuils de saturation en créant une demande effective plus forte. Le besoin de se distinguer pousse ainsi les plus riches à acheter des produits nouveaux et chers. Ils contribuent aussi à rentabiliser la recherche et à développer de nouvelles productions.

Par ailleurs le progrès technique contribue à rendre la décision d'investissement plus incertaine, puisqu'il rend les revenus futurs plus aléatoires. Cette incertitude accroît le rôle central de l'entrepreneure, du décideur sur l'évolution économique d'un pays et en particulier sur le niveau de l'emploi.

Les post -keynésiens (R. SOLOW, HARROD – DOMMAR) ont adopté un autre modèle d'analyse du progrès technique. Comme nous avons vu précédemment, la fonction de production pourra être étudiée à partir de l'équation de la production ($Y = f(K, L)$).

Dans leur analyse, la fonction de production est à coefficient fixe c'est-à-dire $K/Y = v$, ce dernier est constant.

L'épargne est traduite par l'équation suivante : $S = n Y$, Le facteur travail L augmente selon n , quant à n , il dépend du facteur démographique.

L'équilibre est atteint si l'épargne soit à l'investissement : $S = I$ avec $I = \Delta K$ (variation du capital).

$$S = I \text{ implique } s Y = \Delta K, \text{ alors que } \Delta K = v \Delta Y \text{ d'où } s Y = v \Delta Y$$

est le coefficient d'épargne.

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{s}{v} = g \text{ (Taux de croissance)}$$

D'où la croissance garantie est exprimée par l'équation suivante :

$$\frac{\Delta K}{K} = \frac{\Delta Y}{Y} = \frac{s}{v}$$

La croissance équilibrée est atteinte lorsque l'investissement en occurrence le capital augmente au rythme du taux de la croissance. Ce dernier assure l'équilibre sur le marché des biens. Sur le marché de travail, l'équilibre est atteint si l'offre de travail est égale à la demande de travail, c'est-à-dire $g = n$.

Selon les post- keynésiens, théoriquement, il y a l'équilibre c'est impossible au niveau pratique. D'après DOMMAR, « *l'équilibre de la croissance est toujours dynamique, la croissance équilibrée dans le plein emploi est peu probable. On assiste toujours à des déséquilibres permanents du sous-emploi (chômage)* ».

Voici donc le modèle de la croissance économique équilibrée en prenant en compte le progrès technique. Ce dernier donne de l'effet sur l'amélioration de l'efficacité et l'efficience du travail c'est-à-dire la productivité. Donc, pas de progrès technique sans croissance de productivité.

A l'équilibre, comme nous l'avons vu précédemment, l'offre est égale à la demande :

$L = w Y$; L représente l'offre de travail, w coefficient du salaire (ou travail)

$$Y = L/w$$

L'hypothèse de DOMMAR se réfère, à long terme, que le coefficient de travail est constant. Ce coefficient de travail n'est plus constant dès qu'on a intégré le progrès technique. L'effet du progrès technique au sein de l'économie est que le coefficient du travail devienne variable.

$L = w Y$ après l'intégration de la fonction log ;

$$\log L = \log w + \log Y$$

$$\log Y = \log L - \log w$$

$$\log Y = \log L + \log (1/w)$$

dérivons membre à membre cet égalité, on a :

$$Y'/Y = L'/L + (1/w)'$$

D'où

$$g = s/v = n + r$$

modèle de loi DOMMAR

r est le taux d'amélioration de l'efficacité du travail grâce au progrès technique.

On constate alors une amélioration de niveau de vie dès que $g > n$, et que toute la population active serait embauchée par le niveau de la production.

3. Progrès technique et emploi

Historiquement sur le long terme, le progrès technique n'a pas engendré de sous-emploi, bien au contraire ce sont les pays les plus industrialisés qui ont les moins de chômage. Les défenseurs de la théorie de la **compensation** voient dans ce fait la

confirmation de ce que, si le progrès technique peut être à l'origine de mutations dans les emplois, finalement il existe des créations indirectes d'emploi qui « compensent » les pertes initiales. Les produits nouveaux seraient tout d'abord à l'origine des créations d'emplois. Il faut fabriquer les nouvelles machines ce qui demande de la main d'œuvre. L'amélioration de la productivité se traduirait par des baisses de prix qui permettraient soit l'augmentation des ventes d'autres produits et donc de créations d'emplois. Enfin l'accroissement du profit des firmes induirait des possibilités de financement, d'investissements nouveaux dans de nouveaux secteurs qui, s'ils réalisaient, s'accompagneraient des créations d'emplois.

Le problème est de savoir s'il y a effectivement compensation. Un certain nombre d'obstacles sont à l'origine d'un décalage entre suppression et création d'emploi :

- Les suppressions et les créations sont décalées dans le temps ;
- Si les créations ont lieu dans d'autres pays l'effet sur l'emploi national est négatif ;
- Surtout, en situation de croissance ralentie qui correspond à la période actuelle, les effets de compensation sont très atténués, et peuvent être insuffisants.

Le paradoxe actuel est que même s'il n'y a pas compensation, l'effet sur l'emploi de la non-mécanisation est souvent encore plus négatif. L'absence de mécanisation réduit la compétitivité des produits nationaux et se traduit peu par une réduction des ventes des entreprises nationales tant sur les marchés intérieurs qu'extérieurs qui induit des réductions d'emplois.

4. Les différentes sortes de progrès technique

- *Progrès technique autonome* : il est autonome lorsqu'il est indépendant de l'évolution des autres facteurs de production. Par exemple, la quantité augmente à quantité de facteurs inchangés.
- *Progrès technique incorporé* : il est dit incorporé lorsqu'il exerce ses effets par l'intermédiaire de facteur de production. Par exemple, dans le modèle où la productivité du capital est fonction de l'investissement net, on suppose que le progrès technique est incorporé au capital.

- *Progrès technique induit* : il est induit lorsqu'il apparaît comme une conséquence de la croissance de production. Par exemple, selon la thèse de l'apprentissage (learning by doing), produire en plus grande quantité permet d'être plus efficace.
- *Progrès technique neutre* : il est quantifié de neutre lorsqu'il laisse inchangé certains rapports de combinaison productive :

-Le coefficient de capital $v = K/Y$ ou son inverse qui est la productivité moyenne du capital.

- Le coefficient d'utilisation de la main d'œuvre $u = L/Y$ ou son inverse qui est la productivité moyenne du travail (ou production par tête).

- L'intensité capitaliste $k = K/L$.

On peut ainsi considérer trois cas de neutralité du progrès technique, selon la variable qui n'est pas affectée par ce dernier :

- Le progrès technique est neutre au sens de HARROD si le coefficient de capital (K/Y) reste constant au taux d'intérêt (i) inchangé. Affirmer que le progrès technique est neutre au sens d'HARROD conduit à exiger qu'il élève la seule productivité du travail. Il est dit *labour augmenting* puisqu'il équivaut à une augmentation de la quantité de travail disponible.
- Le progrès technique est neutre selon HICKS s'il augmente à la fois et également l'efficacité du facteur travail et celle du facteur capital. Il laisse inchangé le rapport des productivités marginales des facteurs de production, c'est-à-dire le taux marginal de substitution. Dans ces conditions, le progrès technique n'entraîne pas aucune modification de la combinaison productive. Puisque le progrès technique augmente la productivité des deux facteurs dans la même proportion, il est dit à la fois *labour augmenting et capital augmenting*.
- Selon SOLOW, le progrès technique est neutre s'il laisse le coefficient d'utilisation de la main d'œuvre (L/Y) constant à taux de salaire inchangé. Affirmer que le progrès technique est neutre au sens de Solow conduit à exiger qu'il élève la seule productivité du capital. On dit qu'il est *capital augmenting* puisqu'il équivaut à une augmentation de capital.

Autres que les progrès techniques, ils existent aussi un autre processus ou technique qui favorise ou accentue le développement de l'entreprise dans l'idée de production. Dans cette section qui suit, on entamera cette technique en occurrence *l'innovation*.

IV. L'innovation

Autre que le progrès technique, l'innovation est l'une des causes qui favorisent l'accroissement de production et du niveau de vente sur le marché. Mais il est à remarquer que l'innovation est différent de l'invention. Voyons cette différence d'une manière explicite dans cette section qui suit.

1. La différence entre l'innovation et l'invention

Ainsi le progrès scientifique se traduit dans un certain nombre de cas par des innovations effectives, mais invention et innovation ne doivent pas être confondues. Au sens économique du terme une **innovation** est une idée nouvelle qui se concrétise par des applications commercialisées. Une invention non commercialisée n'est pas une innovation du point de vue économique et certaines innovations ne relèvent pas du domaine technologique proprement dit. Au XIX^e siècle, selon l'histoire, la création des premiers *grands magasins*, ou des grandes surfaces sont des innovations commerciales sans que l'on puisse parler de progrès techniques.

« La créativité, c'est imaginer des nouvelles choses. L'innovation c'est faire de nouvelles choses (...). »

Passer de l'idée à la réalisation suppose compétence et moyens : maîtriser la technique, comprendre le marché, savoir convaincre.

On distingue parfois véritable et fausse innovation. Un changement d'emballage peut être perçu comme une nouveauté par le consommateur peu méfiant, mais ne se traduit pas par de véritable gain pour la collectivité ; par contre la mise en place des machines-transferts a véritablement réduit le temps de travail nécessaire à la production d'une automobile.

Certains auteurs considèrent que dans le premier cas, il n'y a pas d'innovation véritable. Le plus souvent pourtant cette distinction n'est pas faite et toute idée nouvelle commercialisée qui accroît ou la productivité ou les possibilités de ventes ou d'action sur les prix... est considérée comme une innovation.

2. L'analyse de Schumpeter

Pour Schumpeter, l'innovation est la véritable justification du profit. Celui qui innove, stimule la croissance économique et reçoit en récompense le profit. Au fur et à mesure que le produit ou le procédé de fabrication se banalise, le profit se réduit. Le « processus de destruction créatrice » modifie constamment les structures de nos économies et stimule la croissance.

L'innovation qui se révèle heureuse, est source de profit, elle va donc être diffusée par des capitalistes « imitateurs » (que Schumpeter oppose aux véritables entrepreneurs « innovateur ») qui vont essayer de bénéficier de l'opportunité de profit que représente cette innovation. De cette production résultera un mouvement de croissance qui s'arrêtera lorsque l'innovation aura produit tous ces fruits. La rentabilité de la production dans cette activité deviendra nulle ou trop faible pour justifier l'investissement et la conjoncture se ralentira brutalement. Les capitalistes imitateurs, incapable de s'adapter à la situation, arrêteront d'investir jusqu'à ce que de nouvelles innovations relancent l'activité.

Mais le capitalisme contient en lui-même les sources de sa propre destruction car il y a de moins en moins de véritables innovateurs. L'innovation devient *routine* dans les grandes entreprises ; l'esprit d'innovation risque de disparaître et avec lui le moteur de la croissance.

3. Politique de l'innovation

L'idée ou l'invention peuvent surgir du cerveau d'un individu isolé ou dans un laboratoire,... elle ne deviendra innovation que si une entreprise accepte de la produire industriellement ou l'inventaire lui-même puisse se faire entrepreneur.

A l'intérieur même de l'entreprise, parmi les idées ou les possibilités de créations techniques qui apparaissent dans les services de Recherche-Développement, très peu seront

retenues, non seulement parce qu'elles doivent dès le départ satisfaire à l'épreuve d'une première évaluation de rentabilité, mais encore parce qu'elles doivent s'inscrire dans sa stratégie du moment. Le chercheur n'est pas dans l'entreprise pour donner libre cours à ses facultés inventives, mais pour les mobiliser sur des projets précis.

L'innovation est limitée par plusieurs contraintes : la rentabilité de l'innovation est souvent incertaine, mais comme le montrait Keynes il s'agit là d'une caractéristique de nombreux investissements ; seulement, le degré d'incertitude est encore plus grand. L'innovation a un coût élevé ; outre l'incertitude de ses résultats, elle rend souvent obsolètes des matériels anciens encore en état de marche. Il résulte de ces contraintes que l'entreprise recherche surtout les innovations présentant peu de risques et de probabilités de profit élevés, mais elle sait aussi que l'innovation est souvent la condition de marges bénéficiaires élevées. Ainsi aujourd'hui, dans de nombreux cas, l'innovation est une condition de survie. Enfin comme nous l'avons vu précédemment dans l'analyse de Schumpeter que tous les entrepreneurs n'ont pas la même attitude face à l'innovation. Il y a des entrepreneurs innovateurs capables de prévoir les potentialités de changements en cours alors que d'autres sont seulement capables d'imiter de façon de faire rodées par d'autres. Le comportement de l'entreprise joue alors un rôle dans la capacité d'innovation de la firme.

V. L'entreprise et la production

On a vu précédemment que le processus de la production tourne toujours autour de l'entreprise, il existe donc une perpétuelle liaison entre elles. Une entreprise est constituée par un ensemble d'éléments humains et matériels soumis à un pouvoir de décision commun. Sa fonction consiste à combiner ces divers éléments, les facteurs de production pour créer des biens et/ou *rendre des services* qui seront vendus aux acheteurs afin de satisfaire leur besoin. C'est pour cela qu'on a mis d'abord au premier plan la place et le rôle de l'entreprise au sein de l'économie puis on analysera son fonctionnement et on déterminera enfin les différents types de productions.

1. La place de l'entreprise au sein de l'économie

Une entreprise participe aux diverses activités de la nation et de ce fait elle va être en relation avec d'autres agents économiques. Mais la diversité de ces agents est telle que si l'on veut décrire les principales relations qui se nouent entre eux, il est indispensable de procéder à des regroupements afin de travailler sur des ensembles plus homogènes.

On distingue, traditionnellement, dans la comptabilité nationale quatre sortes d'agent :

- les entreprises non financière
- les ménages
- les administrations
- les institutions financières

Les relations entre ces différents agents se traduisent par des échanges que l'on appelle « *des flux* » parce qu'ils sont mesurés sur une certaine période, en général l'année.

Ces flux peuvent être classés en deux catégories :

- *les flux réels* qui traduisent un échange de biens ou de services d'un agent vers d'autre.
- *les flux monétaires* qui expriment un transfert de monnaie d'un agent à un autre ou encore la naissance d'une créance ou d'une dette d'un agent envers d'autre ; les dépenses de consommation des ménages ou le paiement des salaires par les entreprises sont des flux monétaires.

Dans les économies modernes, où le troc a disparu, en règle générale tout flux réel donnera naissance au flux monétaire d'un montant égal et inverse. Par contre, certains flux monétaires n'auront pas nécessairement une contrepartie réelle, par exemple un prêt consenti par une banque à une autre entreprise.

1.1 Circuit économique à deux secteurs

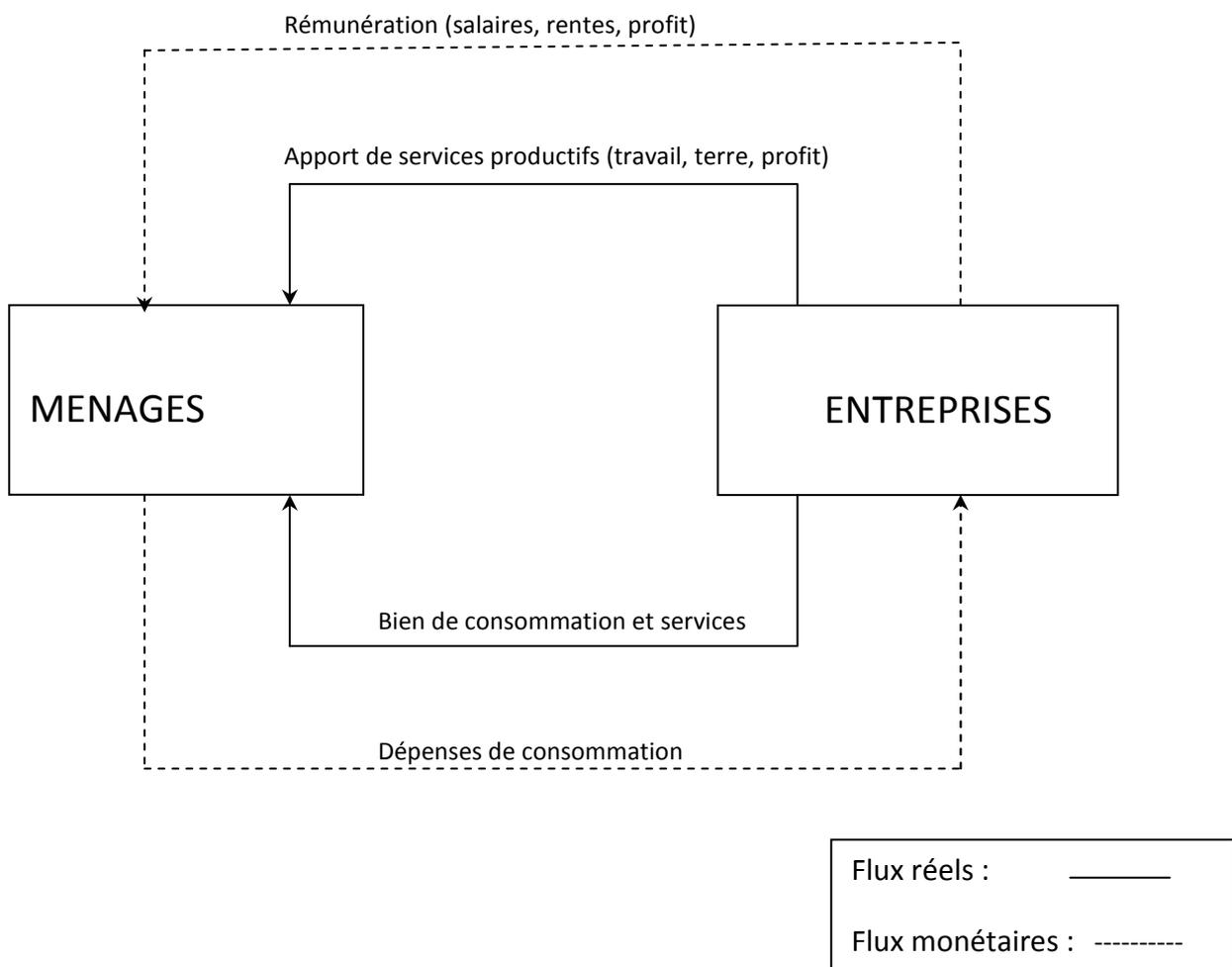
Dans la représentation simplifiée de l'économie nationale, on regroupe les agents économiques en deux catégories seulement : d'une part les entreprises qui produisent les

biens et services, et les vendent sur le marché ; d'autre part les ménages, en tant que demandeurs de biens et services, qui consomment cette production.

Même dans un cas aussi simple, les différentes relations qui s'établissent entre ces deux agents sont nombreuses.

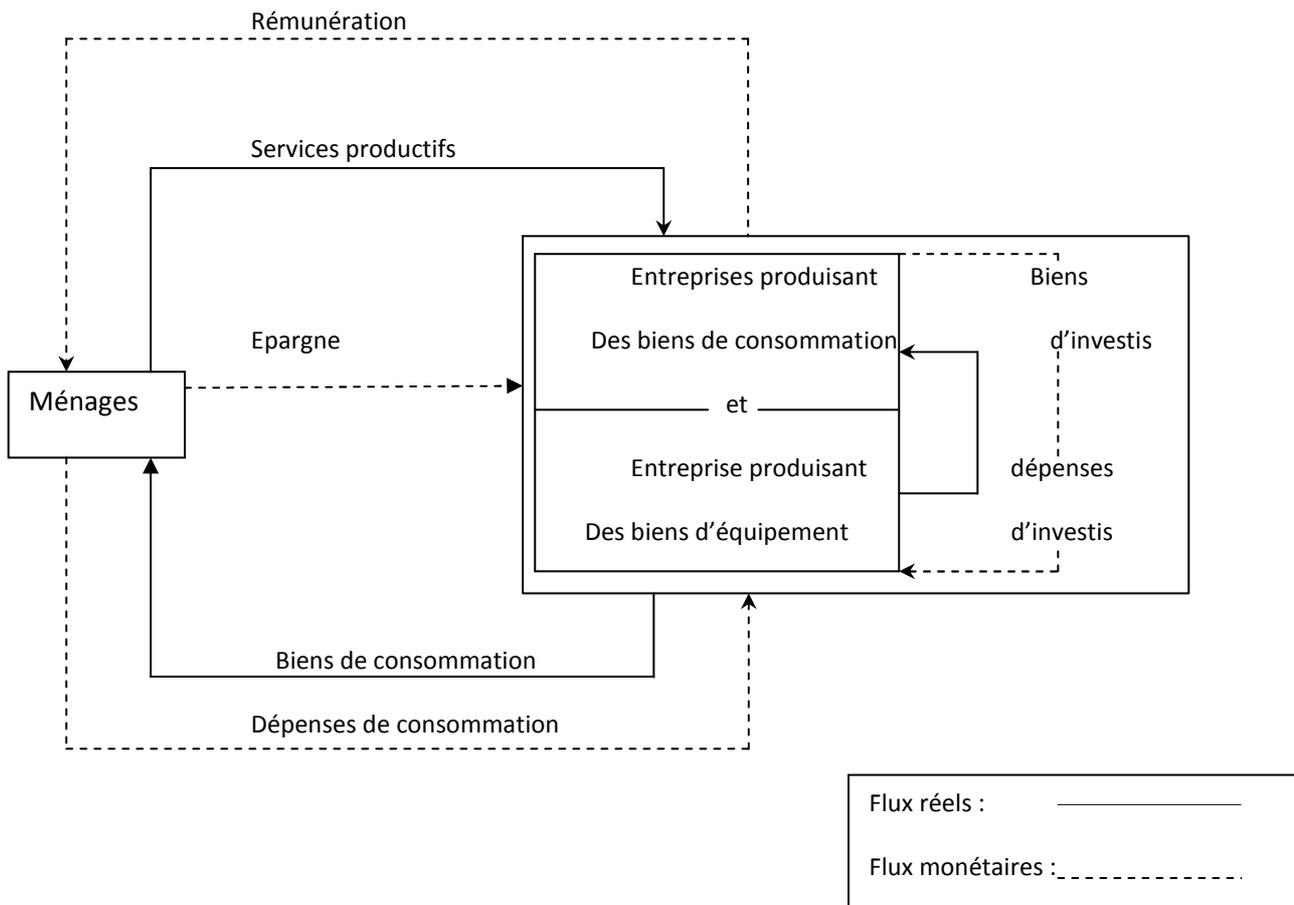
- **Les relations production consommation**

- Les ménages fournissent aux entreprises des services productifs (flux réel) comme le travail, le capital ou la terre pour leur permettre de produire ; en contrepartie les entreprises rémunèrent les ménages pour les services qu'ils fournissent sous forme de salaires, dividendes ou de rentes (flux monétaire) ;
- Les entreprises pour écouler leur production, l'offrent aux ménages (flux réel) qui utilisent leur revenu (flux monétaire) pour acquérir ces biens.



- **Les relations investissements-épargne**

Dans le graphique précédent, un aspect particulièrement important du fonctionnement des entreprises a été négligé : l'équipement. Par conséquent, pour produire, les unités de production ont besoins d'équipements qui s'usent et qu'il faut remplacer. Pour augmenter donc la production, les entreprises doivent remplacer et/ou acquérir des équipements nouveaux en occurrence l'investissement.

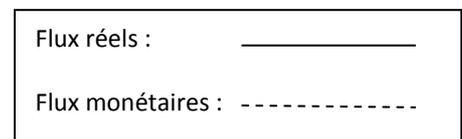
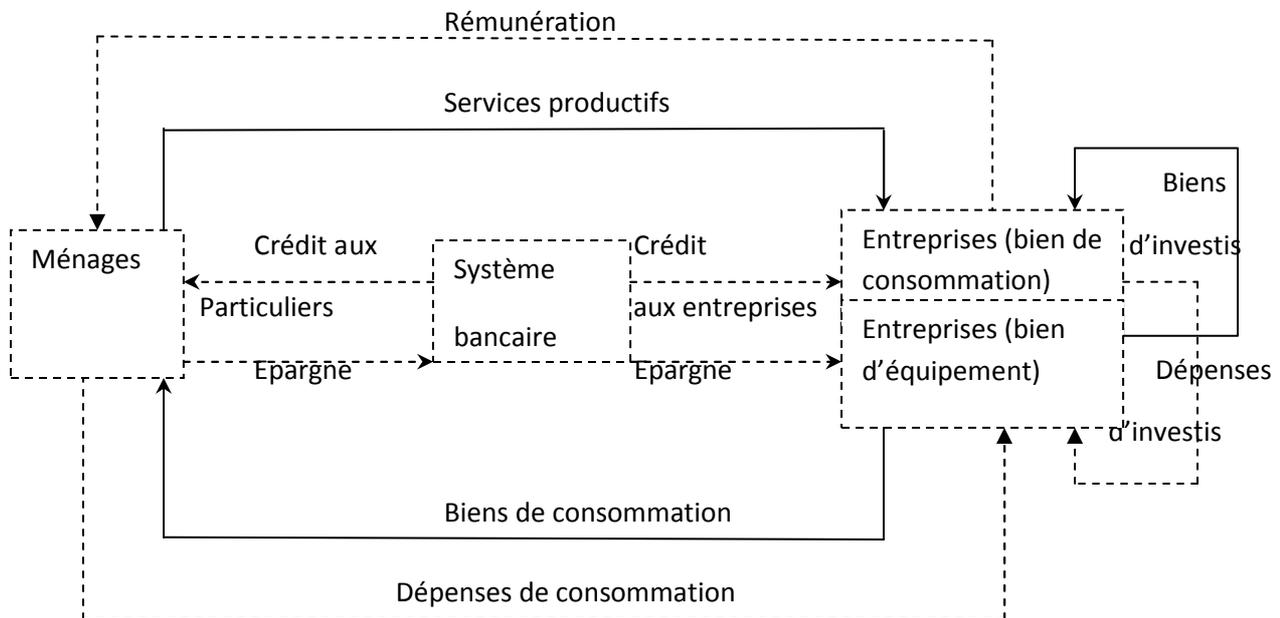


Certaines parts de revenu des ménages ne sont pas dépensées, la partie non consommée constitue donc leur épargne. Si l'on veut que ce niveau de flux soit équilibré, l'épargne des ménages devra donc être allouée aux entreprises pour financer leurs investissements.

1.2 Le circuit économique à trois secteurs

La prise en compte de l'épargne des ménages et du financement des biens d'équipement pour les entreprises conduit à intégrer dans le circuit économique les institutions financières.

Dans le schéma suivant, on admettait que la fraction du revenu des ménages disponibles après consommation était mise à la disposition des entreprises pour financer leurs investissements.



Certes, les ménages peuvent participer directement au financement de la croissance des entreprises en achetant des valeurs mobilières : actions ou obligations et en leur consentant des prêts. Mais ils conservent aussi une fraction de leur revenu sous formes liquides : billets, thésaurisations.

Le rôle du système bancaire sera tout d'abord de collecter cette épargne liquide, ensuite de la redistribuer sous forme de crédit pour permettre aux autres agents d'accroître leurs dépenses ou de financer leurs investissements.

1.3 Critiques du modèle à trois secteurs

La décomposition de l'activité économique en trois sous-ensemble conduit à se poser un certain nombre de questions :

- *L'hétérogénéité des facteurs.* La pertinence de ce modèle suppose que les regroupements entre les différentes activités soient cohérents, c'est-à-dire qu'il y ait une certaine homogénéité entre les éléments que l'on veut additionner.

Si du point de vue sociologique le monde agricole est relativement homogène, il n'en est pas du point de vue économique car il recouvre des produits très variés et de modes d'exploitation extrêmement diversifiés.

En ce qui concerne le secteur secondaire, l'hétérogénéité est aussi très large puisque l'on trouve les matières premières et l'énergie, le bâtiment et les industries manufacturières proprement dite.

Enfin, le secteur tertiaire dont la diversité est sans doute la plus grande regroupe les petits services comme par exemple le nettoyage, la banque, les assurances, le commerce et les transports dont les structures techniques de production sont très différentes.

- *Signification du modèle à trois secteurs.* On détermine souvent le niveau de développement économique d'un pays à partir de l'importance relative de son secteur tertiaire. Il s'agit d'une simplification qui mérite quelques remarques.

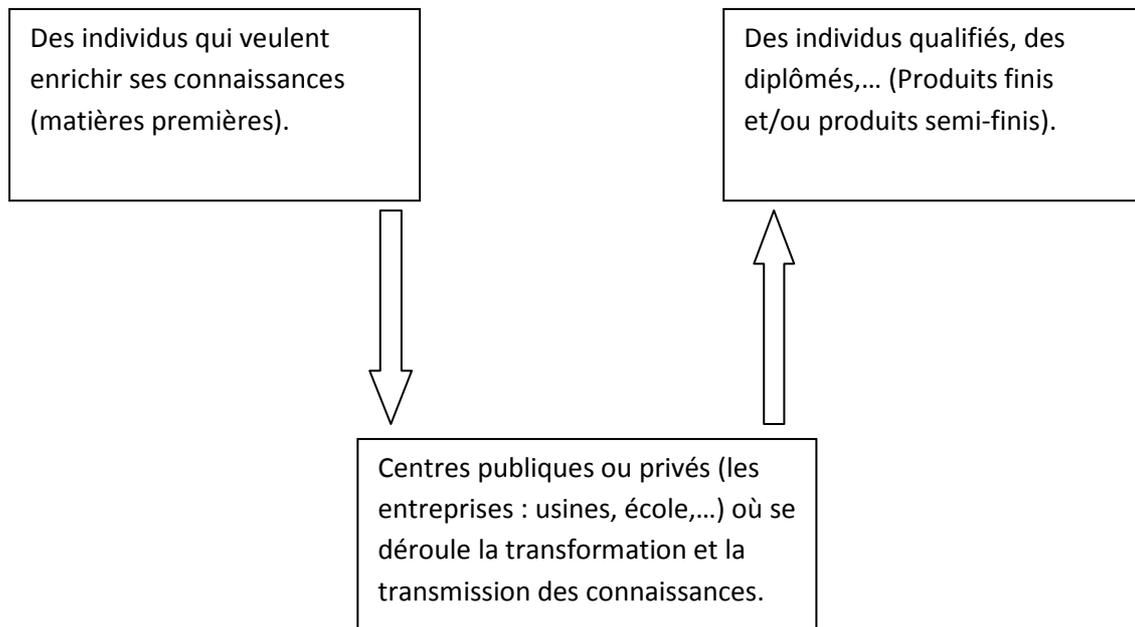
En premier lieu, l'évolution du partage de la population active entre les trois secteurs ne signifie pas forcément que la part de la production nationale qui revient au secteur tertiaire soit forcément beaucoup plus importante que celle du secteur secondaire.

Car l'intensité capitaliste, la mécanisation et les gains de productivité sont beaucoup plus élevés dans l'industrie et ils permettent donc une production équivalente avec une main d'œuvre plus faible.

La croissance économique d'un pays dépend toujours de l'expansion du secteur secondaire qui induit ensuite un développement du tertiaire. Dans le cas contraire on assiste à un déclin de la croissance globale.

PARTIE II LE SYSTEME EDUCATIF

Dans la partie précédente, on a pu expliciter la fonction de production d'une manière plus détaillée. Ils existent des liens entre la fonction de production et le système éducatif ; ou plus exactement ce dernier est inclus dans le processus de production. L'éducation fait partie des systèmes productifs au sein de l'économie. On peut donc évaluer et/ou comptabiliser les résultats du système éducatif à travers les effectifs des individus qualifiés après avoir subi une formation et des étudiants qui réussissent leurs examens.



Dans ce schéma, on remarque que l'existence des centres que se soient publiques ou privés est non négligeable. Ils sont très important, ce sont eux qui offrent les services en occurrence les connaissances. En amont, on a considéré les individus qui veulent enrichir ses connaissances comme des matières premières. Au milieu existent les centres de transformation qui garantissent la transmission des connaissances. En aval, des individus qualifiés et des diplômés,... considérés comme des produits finis c'est-à-dire ceux qui ont franchi toutes les étapes requises, et des produits semi-finis ou bien des redoublements, des abandons c'est-à-dire ceux qui n'ont pas achevé leurs études ou leurs formations ou en position stagnante (redoublants). On peut donc dire qu'il existe une certaine ressemblance entre le système productif et le système éducatif au niveau de processus de production.

Mais ils ne se sont pas totalement équivalents l'un à l'autre. Le système éducatif ne peut être purement et simplement assimilé à un système productif ordinaire. Son caractère non marchand définit la nature même de ses activités imposent une analyse spécifique qui permette en particulier d'en proposer une évaluation des performances et des principes de fonctionnement. Il y a aussi le côté du système éducatif qui demande que seuls les individus (les hommes) sont des matières premières. Contrairement au système éducatif, le système productif peut avoir en amont des diverses matières premières (canne à sucre, vanille, girofle, café,...). Le système éducatif est donc analysable économiquement comme tous les autres systèmes productifs.

I. L'économie de l'éducation

1. Définition

L'économie de l'éducation a pour objet l'analyse de l'acquisition, la conservation et l'utilisation des connaissances attachées aux individus.

L'éducation concerne l'ensemble des agents économiques :

- *Les ménages* : élèves ou étudiants et autres individus actifs sur le marché de travail. Ils sont les demandeurs du service éducatif.
- *L'entreprise* : demandeuse de personnel qualifié et/ou à la fois participant à l'offre de formation. Généralement, les centres de formation privée sont les entreprises qui jouent le rôle de formateur des individus avant les embaucher.
- *L'Etat* : offreur de formation dans le cadre du système éducatif qu'il gère ou qu'il contrôle.

L'éducation se trouve donc nécessairement au cœur du fonctionnement de l'économie. Elle peut être considérée comme l'un des premiers facteurs de développement de la nation. Elle est placée à l'origine même de la croissance économique.

Par exemple, les pays développés atteignent presque le pourcentage maximal des individus alphabétisés, certains parmi eux atteignent même le 100%. Dans les pays en voie de développement, contrairement aux pays riches, le taux d'alphabétisation est moins encourageant voir même très faible. Comme nous l'avons vu antérieurement dans la Partie I par exemple, ce sont des individus très qualifiés qui sont à l'origine des progrès techniques et des innovations, alors que ces derniers sont des facteurs qui accentuent la croissance économique. On constate qu'aujourd'hui, la plupart des progrès techniques et des innovations viennent des pays développés ; acheter, copier et imiter par les pays intermédiaires et les pays en développement.

Pour approfondir notre analyse du système éducatif, voyons d'abord comment est l'éducation dans l'histoire de la pensée économique (HPE) et son champ d'analyse.

1.1L'éducation dans L'HPE

Adam Smith peut être considéré comme le père fondateur de l'économie de l'éducation. Il est parmi les premiers à s'interroger sur la notion du capital humain. T. Malthus évoque l'éducation, dans la perspective démographique, pourrait conduire les individus à des comportements plus conscients en occurrence la limitation des naissances. Pour lui, la croissance de l'effectif de la population est disproportionnelle à la croissance économique. Cette dernière augmente arithmétiquement alors l'autre, l'effectif de la population, augmente d'une manière géométrique.

Adam Smith, dans « *la richesse de la nation* », va adopter une vision : qui dit homme dit donc capital humain et donc richesse. Il va considérer les qualifications possédées par les individus comme un élément plus déterminant du progrès économique. Ces qualifications ou aptitudes ont été acquises par les individus par l'éducation familiale, les études et l'apprentissage. Pour lui, la source de la richesse est tout d'abord l'homme. Une vision plus ou moins contraire à celle de Malthus qui opte au freinage de la croissance d'effectif de la population. Pour Smith, la croissance de l'effectif de la population n'affecte pas la croissance économique au contraire cela la favorise à condition que le niveau de connaissance soit élevé ou même moyen. Le fait de considéré que l'homme est un capital humain nous amène de dire qu'une nation a une population nombreuse, et que cette dernière a un niveau de

connaissance élevé ou moyen, est très forte en capital humain. L'éducation tient donc une place très importante au sein de l'économie.

J. S. Mill qui, comme A. Smith, retient les qualifications de la force de travail dans sa définition de la richesse. IL s'éloigne par contre sensiblement de Smith en remarquant que, dans le domaine de l'éducation, les mécanismes de marché ne fonctionnent pas efficacement c'est-à-dire le demandeur de l'éducation est incompetent pour juger de sa qualité (il bénéficie de l'information imparfaite). Pour lui, la qualité d'information imparfaite pourra influencer la qualité du service offert. Par exemple, aujourd'hui, certaines écoles mentionnent qu'il parle couramment l'anglais ou le français dans l'enceinte de l'école. Bon nombre des parents se sont intéressés par cette affirmation ; alors qu'en réalité, les écoles l'utilisent pour attirer les demandeurs. L'information n'est pas parfaite, cela affecte donc la qualité de formation, des connaissances acquises,...et parfois la rupture du contrat entre ces deux agents (offres et demandeurs).

Chez K. Marx dans la section 2 du chapitre I du capital il a affirmé que le travail qualifié a une plus grande valeur que le travail non qualifié. La production de ce travail qualifié exige du travail sous forme d'éducation. On voit ici que le capital humain (les qualifications, les expériences acquises) est produit grâce à l'éducation. A nos jours, cette affirmation de Marx est toujours vérifiée. Par exemple, presque dans toutes les sociétés, les firmes,... les diplômés et ceux qui ont des qualifications plus élevées que d'autres sont les mieux payés. Les entreprises, au niveau de recrutement, examinent d'abord le profil d'une personne ou lui font d'abord passer des tests et/ou des formations avant d'offrir le travail. Pour que l'avenir d'une personne soit assuré, il doit tout d'abord étudier afin d'obtenir un meilleur emploi. Ils existent donc une certaine interdépendance entre l'offreur et le demandeur d'emploi ; l'un cherche un personnel hautement qualifié tandis que l'autre veut une rémunération importante. Leurs objectifs sont complémentaires, d'une part les entreprises obtiennent un bénéfice important en embauchant des personnels qualifiés et d'autre part les personnels gagnent plus que les autres individus en occurrence des personnes incompetentes ou non qualifiées.

ENGEL et WITTSEIN adoptent une approche en termes de coût de production selon laquelle la valeur d'un homme est égale à la valeur des ressources dispensées dans sa

production (le cout de l'investissement humain). Certains diplômés (dentistes, avocats, médecins,...) mettent des affiches sur leurs portes en y mentionnant le diplôme obtenu et l'école ou l'établissement ou le centre formateur. Les demandeurs de services regarde d'abord où a-t-il obtenu son diplôme. La plupart d'entre eux, quand ils font leurs choix, mettent plus de considération sur les diplômés d'extérieur. Puisque peu de gens ont les moyens de poursuivre leur étude à l'extérieur car le frais d'étude, le frais de transport, le logement, la nourriture,... (Toutes les dépenses possibles) sont très cher. Il est bien évident que le cout de production (les dépenses tout au long de l'étude) sera très élevé. Donc un homme qui a dépensé beaucoup a forcément une valeur plus que les autres qui n'ont pas pris le risque de sacrifier la plupart de son temps à l'étude et bien évidemment de dépenser certaine part de son revenu.

L'histoire de la pensée économique nous montre que l'éducation est le moyen de transmission des connaissances et que la valeur du capital humain dépend d'elle aussi en occurrence la richesse de la nation.

1.2 La place de l'éducation au sein de l'économie

L'éducation est un capital, qu'il convient d'évaluer et auquel on peut associer des coûts, des gains et une rentabilité. L'éducation a des effets sur la croissance, le progrès économique, les comportements individuels, etc. Quand on parle de développement d'un pays, on tient toujours compte de l'éducation ; puisque cette dernière est à l'origine de toutes les croissances. Or une forte croissance bien maîtrisée conduit toujours au développement.

A travers l'éducation, on pourra léguer de génération en génération les connaissances. Elle est donc un moyen de transmission de savoir. Il y a deux courants très distincts dans l'analyse économique : courant libéral et courant interventionniste. Chacun de ces deux courants ont sa propre façon de percevoir la réalité économique. Généralement, leurs objectifs sont parfois communs mais la façon utilisée pour y parvenir est différente. Ils ont donc chacun leur propre discipline dans l'analyse économique. A nos jours, un économiste doit, en matière d'analyse, capable de distinguer l'antagonisme qui subsiste entre ces deux courants. Alors que sans éducation, cela ne pourra pas être possible car les connaissances des grands auteurs ne seront pas être transmises. Au fil du temps, tout en

respectant leur propre discipline, ces deux courants ont pu quand même garder leur contraste l'un à l'autre.

On peut aussi considérer l'éducation comme un élément moteur de la croissance économique. L'analyse d'Adam Smith du capital humain nous prouve que, généralement, l'éducation est à l'origine de toutes les croissances économiques. On l'a vu précédemment que l'homme est équivalent à la richesse. Le fait d'avoir des nombreuses personnes compétentes au sien de l'économie favorise donc la croissance et pourquoi pas le développement ; puisqu'une croissance importante engendre, dans la plupart des cas, toujours un développement. Pour assurer la valeur et la qualité du travail des personnels, au niveau de marché de travail, l'éducation est l'ultime moyen pour accomplir la tâche.

2. Le champ d'analyse d'économie de l'éducation

Pour expliciter ce champ d'analyse, il est donc nécessaire de les examiner un à un d'une façon bien détaillée.

2.1 La demande de l'éducation

Dans la vie courante, presque tous les individus ont la soif de connaissance même ceux qui peu moyen de l'acquérir. L'éducation est donc un bien économique qui fait l'objet d'une demande des individus. Car nous l'avons vu précédemment que l'éducation est un capital. Par exemple, pour créer une entreprise, il faut avoir un capital important pour que ce soit possible. C'est presque pareil pour les hommes ; pour réussir dans la vie, les hommes recherchent et accumulent à la fois de connaissances.

La recherche de connaissance se concrétise par l'existence des différentes écoles, des centres de formations, etc. « J'apprends et j'apprends toujours » : disait un homme de 80 ans ; on remarque à travers cette affirmation que l'étude est sans fin c'est-à-dire jusqu'au jour de notre mort. Cette recherche peut se faire de différente manière comme par exemple, nos connaissances s'évaluent progressivement à travers le temps en constatant toutes les réalités qui nous entourent, autre façon la plus banale c'est de confier à quelqu'un d'autres ou à des organismes éducatifs (écoles, entreprises,...), etc. L'acquisition des connaissances peut donc se faire de différente façon et parfois on n'est même pas conscient

qu'un évènement nous a progressé vers une étape plus importante (les gens de la campagne sont souvent victimes de ce cas : par exemple, un parent analphabète envoie ses enfants à l'école ; sous l'effet d'externalité, il bénéficiera aussi des connaissances de leurs enfants alors que cela n'était pas leur intention au départ mais pour le propre bien de leurs enfants seulement).

Il faut accumuler des connaissances (la formation initiale : les études dans le système scolaire avant toute entrée dans la vie active). La poursuite des études est considérée comme un acte d'investissement qui va contribuer à accroître le stock des connaissances. Donc comme tout acte d'investissement, la décision d'investir en éducation reposera sur un calcul de rentabilité. Il existe de coût direct et indirect imputable à la poursuite des études et du coût d'opportunité correspondant au revenu sacrifié pendant cette période. Selon Böhm-Bawerk (économiste autrichien) ; l'élève en s'éduquant crée, moyennant une dépense de temps (le « détour » des études), un bien (les connaissances, le capital éducatif ou plus généralement). L'éducation accroît la productivité du travail de l'individu, son accumulation des connaissances engendrera un flux des revenus supplémentaires (les suppléments de salaire). Le capital humain est donc reproductible. L'éducation est un bien consommation durable. Comme le proverbe dit : « ny fianarana no lova tsara indrindra » c'est dire l'étude est l'ultime héritage. Personne ne pourra pas vous ôter ta connaissance, vous l'emporterez jusqu'à ta tombe. Elle est différente de tous les autres biens qui ont des aspects : altérable, non reproductible,...

2.2 Evaluation de l'output

Il s'agit de mesurer, pour chaque individu, l'accroissement du stock de connaissance résultant de la scolarité et/ou après formation. Cette évaluation est nécessaire pour plusieurs raisons : soit pour accéder à la prochaine étape de l'étude, soit pour tester tout simplement le niveau de l'individu même, etc.

Dans la réalité, il n'existe évidemment pas de mesure objective, qu'elle soit monétaire ou physique, de cet accroissement du stock connaissance.

La mesure monétaire consiste à se baser sur les gains obtenus par les individus. Mais en mesurant les gains obtenus, en tenant compte du niveau d'étude (diplôme, certificat, autres pièces justificatives), de nombreuses limites surgissent :

- Ils existent des individus qui ont le même diplôme mais ne gagnent pas la même somme de revenu. Par exemple ; certain médecin, dentiste, avocat gagnent beaucoup plus que leurs autres homologues pour des raisons géographiques, démographiques, etc. Pour le cas des médecins, ceux qui vivent dans de zone peuplée reçoivent plus des malades que les autres dans des zones où l'effectif de la population est très faible. Cela affectera bien évidemment son revenu, ceux qui vivent dans des zones peuplées gagnent plus les autres dans des zones non peuplées. Par contre les dentistes qui vivent dans des zones où la majorité de la population est en manque de calcium, ils boivent des eaux non potables,... pourraient les favoriser et influencer leurs revenus que les autres dentistes. Les avocats sont très actifs dans des endroits où la paix sociale n'est qu'une illusion (conflits sociaux). Diverses raisons sont à l'origine de cette inégalité des individus qui ont le même niveau de connaissance, mais cela nécessite une analyse plus profonde puisqu'on a considéré seulement deux raisons (démographique, géographique) tout à l'heure.
- Ils existent aussi des individus qui ont de niveau de connaissance moyen mais mieux payés que les autres hauts diplômés : bon nombre des militaires malgaches ont des diplômes au-dessous du BACC mais ils gagnent mieux qu'un individu licencié (BACC+3).
- Il y a le *chômage volontaire*, par exemple des individus diplômés qui n'acceptent pas des emplois qu'ils estiment au-dessous de leurs compétences. Pour la théorie néoclassique, le chômage volontaire désignent la situation des individus qui n'acceptent pas de travailler au taux de salaire réel d'équilibre. Or pas de travail, pas de source de revenu ; donc d'autres qui acceptent le niveau de salaire réel d'équilibre, même moins diplômé, gagneront plus que les autres diplômés.

Toutes ces citations fausseront les résultats obtenus, il est donc impossible d'évaluer objectivement le niveau de connaissance en se basant sur de mesure monétaire.

La mesure physique supposerait que l'on puisse évaluer quantitativement la somme des connaissances acquises par l'individu pendant ses études. La solution la plus simple consiste à retenir les notes obtenues dans chaque discipline ou la moyenne générale obtenue à l'examen. Mais il est clair que, dans tous les cas, on ne mesure que les connaissances scolaires, ou ce que les sociologues appellent les qualifications cognitives. On ne peut pas les acquis non cognitifs comme l'ambition, l'esprit critique, attitudes sociales diverses, etc. A un niveau moins ambitieux, on peut se contenter de mesurer la réussite (ou l'échec) à l'examen qui est l'indication que l'individu a acquis (ou non) un niveau minimal de connaissance et l'aptitude.

Remarque : A l'aide du logiciel DEA (Data Envelopment Analysis), on peut approfondir l'analyse en considérant plusieurs autres détails.

2.3 Les différents inputs

Pour accumuler des connaissances, l'étudiant doit mettre en œuvre un certain nombre de moyen ou inputs. Les uns dépendent directement de l'étudiant lui-même, les autres lui sont offerts par le système éducatif.

2.3.1 Les inputs liés à l'étudiant

La réussite de l'étudiant dépend d'abord de son effort personnel. L'élément crucial sera le temps qu'il consacre à ses études. On évaluera soit au niveau hebdomadaire, soit au niveau annuel à partir du budget- temps individuel. La productivité du temps de travail de l'étudiant est influencée par divers facteurs. Certains facteurs sont propres à l'institution fréquentée, d'autres sont extérieurs à l'institution et concerne l'environnement de l'étudiant (origine sociale, le sexe, la condition de logement,...). Certain étudiant possède aussi un bagage intellectuel initial qui influera cette productivité ; on pourra le mesurer par les diplômes initiaux ou les résultats à un test initial.

2.3.2 Les inputs offerts par le système éducatif

Il s'agit ici des équipements (essentiellement pédagogiques divers comme les livres, les outils du laboratoire,...), les personnels enseignants, les personnels non enseignants

(dans la mesure où l'on suppose qu'il peut avoir une influence indirecte sur la réussite scolaire individuelle).

L'insuffisance des inputs offerts par le système éducatif peuvent influencer les services qu'ils offrent aux demandeurs. Même si les étudiants sont très intelligents, l'insuffisance des équipements, par exemple, peut affecter leur niveau de connaissance. Supposons qu'une école ne possède pas de bibliothèque ni de cybercafé, les étudiants sont condamnés à se contenter de recevoir ce que les professeurs leur enseignent. Alors que c'est insuffisant parce que les étudiants doivent faire des recherches en lisant des livres, sur internet, etc. Prenons aussi le cas des étudiants chimistes, ces derniers passent la majeure partie de leur temps au laboratoire en faisant des pratiques. Si les infrastructures du laboratoire sont en mauvais état ou en manque d'effectif, les étudiants auront du mal à accroître leur connaissance. Les étudiants et les inputs offerts par le système éducatif sont complémentaires en matière de réalisation de transmission de connaissance.

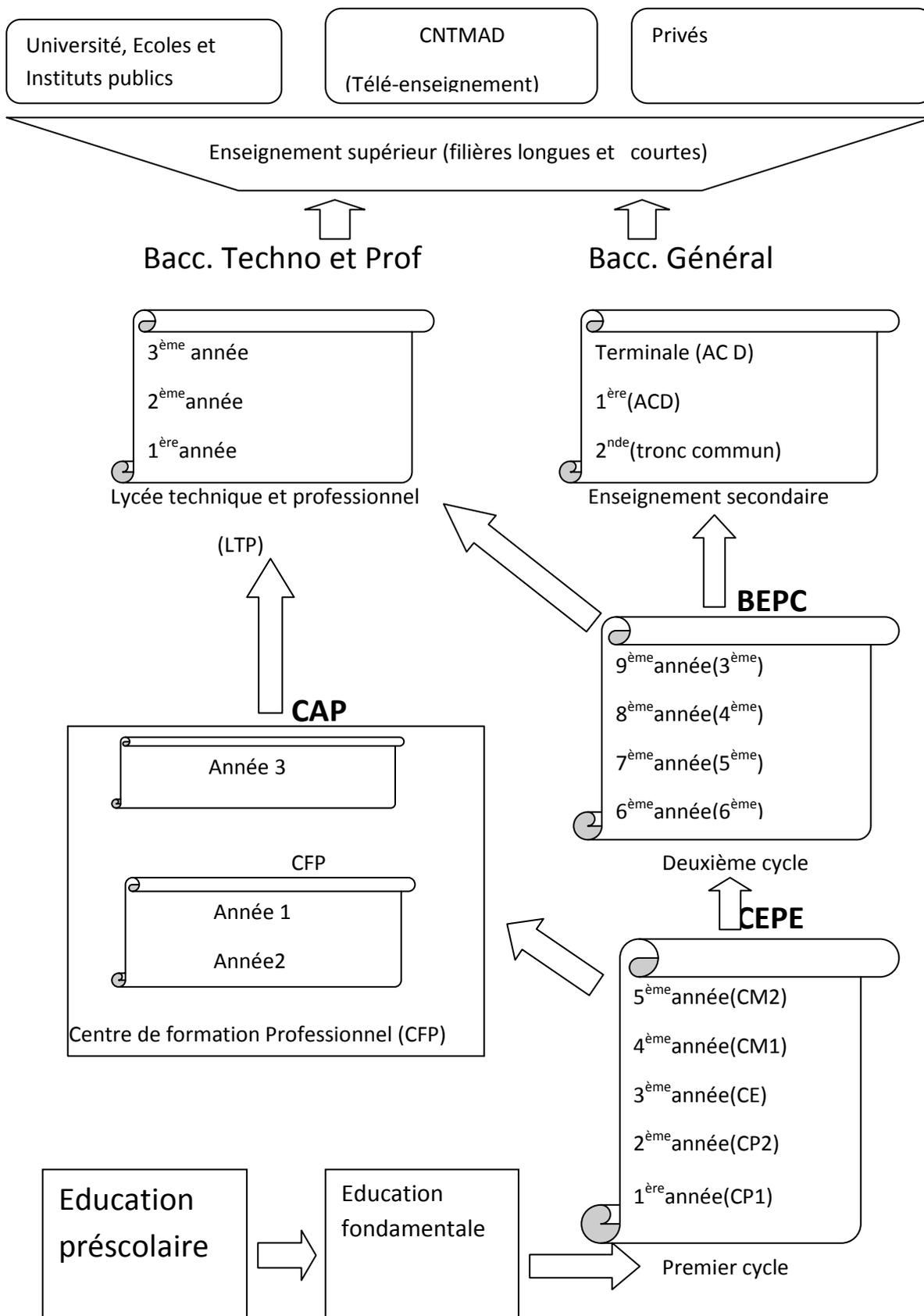
II. Produits et facteurs de production du système éducatif

Les produits d'une organisation, marchande ou non, sont les résultats de ses activités ; c'est-à-dire la mise en œuvre d'un certain nombre de moyens ou facteurs de production. En matière éducative, l'activité essentielle est l'enseignement. Il existe aussi des activités complémentaires qui sont l'administration et la recherche (pour l'enseignement supérieur).

1. Les produits d'enseignement

L'activité primordiale de cette institution éducative consiste à apporter des connaissances, c'est-à-dire valeur ajoutée éducative aux individus qui la fréquentent. Il s'agit d'une transformation des individus (consistent en quelques sortes des matières premières) en produits « intermédiaires » ou « finis » des différents niveaux et de qualité différente ; par exemple, prenons le cas de structure et organisation du système de l'enseignement technique de Madagascar en affirmant toutes les étapes du début jusqu'à l'obtention de diplôme d'enseignement supérieur (Voir schéma dans la page suivante).

Structure et organisation du système d'éducation



Le schéma précédent nous montre qu'un élève, en accumulant des connaissances, doit parcourir plusieurs étapes. Dans la réalité, les étapes franchies marqueront le niveau de connaissance d'un individu par exemple CEPE, BEPC, etc. Il est aussi à remarquer qu'il y a des produits « semi-finis » correspondant aux échecs et abandon qui se caractérisent par une sortie sans diplôme (mais avec tout de même une certaine valeur ajoutée du système).

Face à cette diversité des « produits », l'analyse économique va proposer des solutions diverses d'évaluation, on peut les classer en trois catégories fondamentales : évaluation en termes des sortants, évaluation en termes des inscrits, évaluation pondérée. Dans la dernière section de ce livre, on pourra élargir notre analyse en utilisant le logiciel DEA (Data envelopment analysis).

1.1 Evaluation en termes des sortants

Dans cette optique, l'output de l'institution est mesuré par le nombre de personne la quittant. Mais le problème est que les sorties ne sont pas homogènes. On aura d'une part, des diplômés et, d'autre part, des abandons à différent niveau. Un output global additionnant tout simplement tous ces individus risque d'être peu significatif en termes de valeur ajoutée. Il est plus préférable de les différencier par sous-catégories.

Parmi les sous-catégories, certaines d'entre elles peuvent donc être jugées représentatives. On retiendra, par exemple, les sortants maîtrisards de l'enseignement supérieur qui constituent, dans une certaine mesure, le diplôme universitaire « pivot ». Cependant, il est évident que si l'on raisonne au niveau d'une université isolée, bon nombre de ses sortants ne méritent pas vraiment leur qualificatif s'ils poursuivent leurs études dans d'autre établissement de plus haut niveau. On peut donc se demander s'il n'est plus pertinent de comptabiliser l'ensemble des diplômés de maîtrise, sortant ou non, comme indicateur de « production » du système. Cette solution nous conduit logiquement à la seconde méthode d'évaluation.

1.2 Evaluation en termes d'inscrits

Dans la première évaluation, on a remarqué que l'évaluation en termes des sortants privilégie l'aspect valeur ajoutée ou produits (finis, semi-finis, intermédiaires), cette seconde optique insiste plus sur l'idée d'activité de l'institution.

L'institution scolaire met en œuvre des moyens qui sont en liaison plus ou moins directe avec son niveau générale d'activité. IL est dès lors probable que la dimension de l'institution, mesurée par le nombre d'inscrits, sera la meilleure évaluation globale de cette activité.

Cette solution n'interdit pas pour autant de distinguer des niveaux ; mais il est clair qu'à l'intérieur de ces niveaux, on ne distingue plus les réussites et les échecs, considérant donc implicitement que la consommation des moyens sera la même dans les deux cas. Cela permet d'apprécier la structure plus ou moins « pyramidale » (premier cycle important, deuxième cycle moyen et troisième cycle à effectif faible) des universités.

1.3 Evaluation pondérée

La solution la plus simple consiste à pondérer les effectifs en fonction de la *durée des études* correspondantes. Le poids sera évidemment d'autant plus fort aura atteint un niveau élevé (DEUG, Licence, Maîtrise, DEA, etc.). L'utilisation brute du nombre d'années d'études (dans notre exemple : 2, 3, 4 et 5 ou 6 ans) pose évidemment le problème des étudiants redoublants (pour lesquels il faudrait apporter un correctif, soit pour « éliminer » l'année doublée du décompte, soit même de l'affecter un poids négatif si l'on suppose que le redoublement indique une « mauvaise qualité » du produit). La méthode de pondération suppose par ailleurs des rendements constants (une maîtrise « vaut » deux fois un DEUG).

La possibilité d'une pondération en fonction des résultats scolaires s'applique évidemment à une population déjà homogénéisée, en l'occurrence à une catégorie de diplômés bien définis. On prendra donc en compte les résultats obtenus aux examens (notes moyennes ou mention obtenues) en pondérant les effectifs par des indices proportionnels aux résultats.

Il existe aussi une pondération en fonction de perspective de gains. Vu le niveau de connaissance atteint (filière et spécialisation choisie), l'étudiant peut espérer obtenir dans sa vie active des perspectives des gains. Cette fois, on apprécie la « qualité » de l'étudiant à partir des exigences qui existent sur le marché de travail.

2. Les facteurs de production du système éducatif

La production des différents outputs que nous venons de repérer nécessite la mise en œuvre de moyens humains et matériels qui constituent les facteurs de production du système. Il s'agit ici de définir tout simplement chacun de ces facteurs sans nous préoccuper véritablement de leur affectation à telle ou telle activité, même si dans certain cas cette affectation est évidente. Dans cette section, nous envisagerons successivement les enseignants, le personnel non enseignant, les équipements et les étudiants.

2.1 Le personnel enseignant

L'évaluation la plus simple de ce facteur qui ; de toute évidence, contribue aux diverses activités définies par le temps qu'il leur consacre, est le nombre d'enseignants recensés dans l'institution. On doit apprécier quantitativement et qualitativement ce chiffre brut en le corrigeant et le complétant.

Quantitativement, on pondérera les effectifs par le nombre d'heures de cours (hebdomadaires ou annuelles selon le cadre analytique choisi) assurées effectivement par chaque enseignant pour obtenir le volume horaire total d'enseignement assuré, qui constitue le véritable input.

Qualitativement, il s'agit d'apprécier la « valeur » des enseignants. Plusieurs solutions s'offre à nous :

- données « objectives » : charge d'enseignement, de recherche et éventuellement d'autres activités (Administratives en particulier) qui permettent de mesurer la « disponibilité » des enseignants ;
- données « statutaires » : grade des enseignants dans l'institution (ce qui suppose que l'efficacité dans l'activité d'enseignement est liée au grade) ;

- données « monétaires » : niveau moyen des salaires (qui donnera un renseignement voisin du précédent) ;
- résultats à des tests d'aptitude (si les enseignants acceptent d'en passer et dans la mesure bien sûr où l'on peut faire confiance à ce type de méthode) ;
- enfin, il est aussi envisageable d'apprécier la qualité des conditions d'enseignement par l'intermédiaire de taux d'encadrement (nombre d'enseignant par étudiant) ou de taille des groupes de travail (effectif des classes, des groupes de TD, etc...).

Ces données brutes peuvent évidemment être complétées par quelques indicateurs structurels (pourcentage des différentes catégories d'enseignement par exemple) et peuvent en outre faire l'objet d'analyses statistiques comparatives.

2.2 Le personnel non enseignant

Cette catégorie de personnel est, en fait, très hétérogène puisque l'on y trouve les chercheurs stricto- sensu (directeurs, attachés ou chargés de recherche ; n'exerçant pas, en général, d'activité d'enseignement), les ingénieurs (de recherche ou d'études), les autres personnels associés aux activités de recherche (voir d'enseignement) dans les laboratoires, les personnels administratif au sens strict, chargés de l'administration et la gestion de l'établissement et les personnels chargés de l'entretien des locaux et des équipement.

Les problèmes d'évaluation sont du même ordre que pour les enseignants. On retiendra les effectifs bruts de chaque catégorie et leurs charges horaires respectives pour l'évaluation quantitative, la structure des qualifications et des grades apportant la dimension qualitative. En outre, la mise en rapport des effectifs des différentes catégories avec des enseignants permettra d'apprécier la qualité de l'environnement administratif et technique de l'établissement.

2.3 Les équipements

Outre que la main d'œuvre nous avons d'autre facteur « capital » qui est l'équipement qu'il s'agit donc d'évaluer. Une évaluation quantitativement de ces éléments est possible mais pas toujours facile à réaliser. On retiendra par exemple : la surface des

locaux, le nombre des salles, de bureaux, le nombre d'équipements spécifiques (ordinateurs, microscopes, etc. selon la discipline envisagée), le nombre de livres et revues détenus par la bibliothèque, etc. Dans la mesure où ces chiffres sont disponibles on aboutit ainsi à une évaluation (hétérogène ou multicritère) du capital brut (selon la terminologie de la comptabilité nationale).

Cette évaluation ne tient pas compte de la valeur d'origine de chacun de ces éléments et des phénomènes d'usure et d'obsolescence qui affectent nécessairement leur valeur présente. Dans la mesure où, une évaluation monétaire n'est pas envisageable, on peut envisager de pondérer chaque composante retenue par son âge (ou par une évaluation de la période d'utilisation prévisible).

Comme précédemment, ces données peuvent être complétées par quelques indicateurs structurels (surfaces des laboratoires par rapport aux surfaces réservées à l'enseignement ou aux surfaces réservées à l'administration, par exemple) ou être mis en rapport avec les chiffres concernant les personnels (surface par enseignant, nombre de livres par enseignant ou par chercheur, etc.).

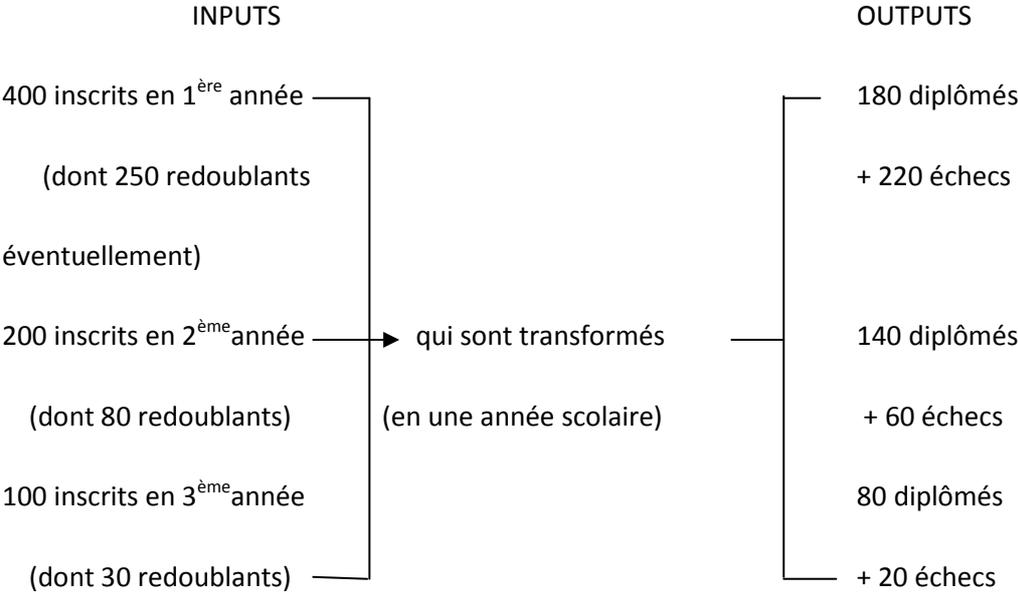
2.4 Les étudiants

La prise en compte des étudiants en tant que facteur de production du système éducatif demande réflexion. Tout dépend, en fait, de l'optique adoptée pour mesurer l'output éducatif.

Si l'on choisit l'optique « diplômés » ou sortants, la solution semble s'imposer. Puis que l'activité éducative consiste à incorporer une valeur ajoutée aux étudiants pour en faire des diplômés, il semble logique de considérer l'étudiant qui entre dans le cursus considéré comme l'input, plus précisément la matière première du processus. L'input sera donc le nombre d'entrants, éventuellement pondéré par des indices de qualité.

Si l'on choisit l'optique « inscrits », dans laquelle on privilégie, la mesure de l'activité de l'institution se pose d'identité entre input et output. La solution de facilité consiste à dire que l'output mesure en fait un « combiné » input-output et qu'il est donc inutile de faire réapparaître les effectifs d'étudiants en tant qu'inputs.

Une solution intermédiaire consiste à différencier l'output et l'input en tenant compte de la valeur ajoutée incorporée au premier et qui est parfaitement repérable à partir des résultats scolaires. On dira, par exemple que pour 700 étudiants « input-output » on a :



III. APPLICATIONS (Utilisation du logiciel DEA-solver)

Dans la première et seconde partie, on a explicité la fonction de production et le système éducatif. Ils se ressemblent en termes de transformation des matières premières ; en amont, en produits finis ou semi-finis en aval. Mais le système éducatif est différent du fait que les matières premières ne sont que les individus qui veulent enrichir ses connaissances et les produits finis sont les diplômés. Les échecs, les redoublements et l'abandon à l'intérieur de chaque étape sont considérés comme les produits semi-finis. Dans cette troisième partie, grâce au logiciel DEA (Data envelopment analysis) on pourra approfondir notre analyse des inputs (quantités des facteurs mises en œuvre) et des outputs (quantités produites).

1. Méthode DEA

1.1 Définition

Développé par CHARNES, COOPER ET RHODES, la méthode DEA sert à analyser et évaluer les unités de décision dans des organisations en termes d'efficacité c'est-à-dire l'efficacité des DMU (Decision Making Unit). On peut faire une analyse simultanée de deux unités hétérogènes, des unités non comparables directement par exemple une analyse simultanée d'efficacité d'aquaculture (ensemble des techniques d'élevage des êtres vivants aquatiques animaux et végétaux) et d'apiculture (art d'élever les abeilles). Par rapport à un ensemble de référence, le DEA peut différencier et identifier les unités qui ont une même efficacité et d'autres qui sont inefficaces. Les organisations sans but lucratif peuvent aussi l'utiliser.

L'efficacité des unités est mesurée par le rapport d'output et d'input ou sortie et entrée ou extrant et intrant.

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{Out put}}{\text{Input}} = \frac{\text{Sortie}}{\text{Entrée}} = \frac{\text{Extrant}}{\text{Intrant}}$$

Mais il faut à remarquer que si les outputs et les inputs sont nombreux, cette définition n'est plus adéquate. Les entrées et sorties peuvent provenir par des différentes

ressources et facteurs, et attribuer à certaines activités diverses. La solution à ce problème c'est d'effectuer une somme pondérée des entrées et sorties :

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{Somme pondérée des sorties}}{\text{somme pondérée des entrées}} \leq 1$$

Par exemple, on veut calculer l'efficacité d'une unité **j** :

$$\text{Efficacité} = [(X_1Y_{1j} + X_2Y_{2j} + \dots + X_iY_{ij} + \dots)] / (v_1X_{1j} + v_2X_{2j} + \dots + v_jX_{ij} + \dots) \leq 1 \text{ avec :}$$

- x_1 est la pondération à la sortie 1
- y_{ij} est la valeur de la sortie i de l'unité j
- v_1 est la pondération à l'entrée 1
- x_{ij} est la valeur de l'entrée i de l'unité j

La pondération est uniforme pour toutes les unités étudiées ; elle peut être obtenue d'une manière subjective et/ou objective, d'une façon arbitraire.

1.2 Le Modèle CHARNES, COOPER, RHODES (CCR)

C'est un modèle à rendement constant. Le choix de pondération est objectif dans le modèle CCR c'est-à-dire un résultat d'une solution mathématique. Pour chaque unité, on a intérêt de trouver une pondération qui la rend plus favorable possible.

Ils existent deux types de modèle CCR :

- *Modèle CCR orienté input* : on maintient les entrées pour atteindre la frontière d'efficacité (voir figure 1 dans la suivante).
- *Modèle CCR orienté output* : contrairement du modèle précédent, on a opté sur la maintenance d'output ou d'une manière plus exacte on augmente l'output pour atteindre la frontière d'efficacité.

Ces deux modèles sont applicables selon le cas possible car certaines organisations ont du mal à intervenir sur leur inputs ou output pour augmenter la production. Parfois il est préférable de toucher l'input en augmentant sa quantité car il se peut qu'il est la priorité ou

qu'on n'a le moyen ou l'influence sur l'amélioration de l'output. Par exemple une école doit augmenter l'effectif de leurs professeurs (amélioration du facteur enseignant) pour combler les étudiants car elle peu d'influence sur les demandeurs de l'éducation (supposons qu'elle ne fait pas de publicité) ; en ce moment-là, le modèle est orienté input. Par contre, elle peut former les professeurs chaque année pour que le niveau d'output s'améliore, le taux de réussite des étudiants à l'examen augmente. Elle peut donc concurrencer d'autres écoles en attirant plus de demandeur possible. Si l'effectif des étudiants augmente, il est évident que la rémunération des employés (enseignant, non enseignant,...) s'améliore aussi (Généralement pour le cas des écoles privées et peu de fois pour les écoles publiques) ; le modèle est orienté output.

Supposons cinq écoles dans une ville offrent des services aux demandeurs d'éducation, le graphique qui suit montre leurs efficacités :

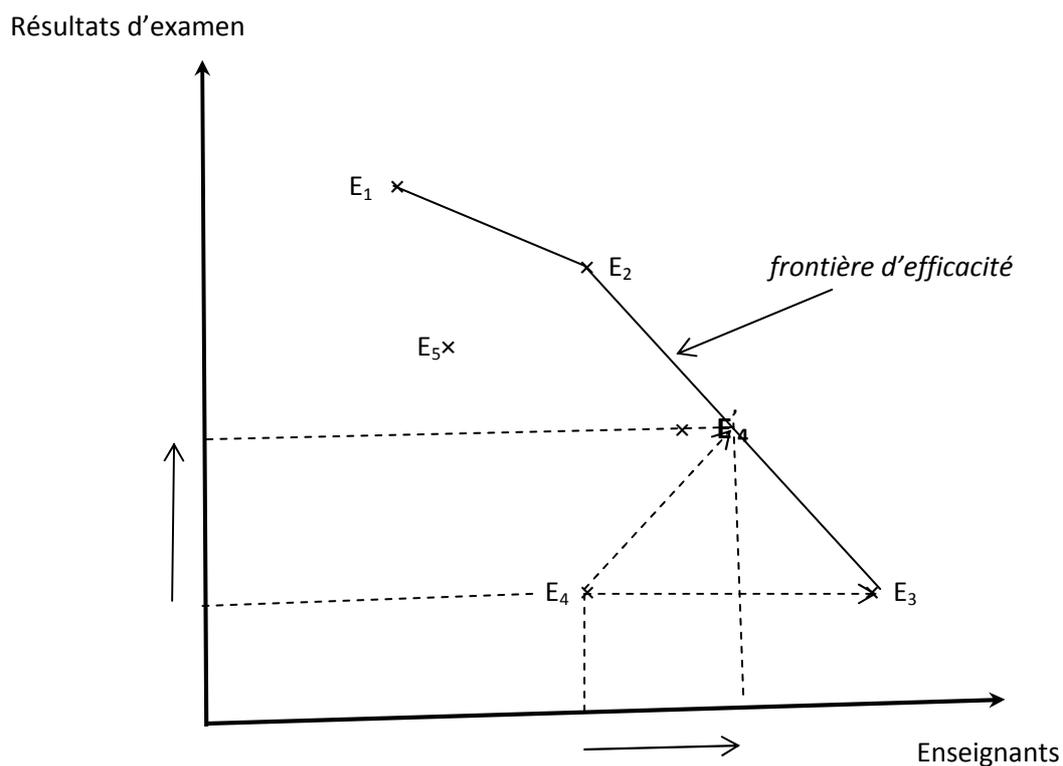


Fig. 1

Interprétation :

Dans ce graphique, on voit que les écoles E_1 , E_2 , E_3 se trouvent sur la frontière d'efficacité donc elles sont efficaces. Elles forment le groupe ou l'ensemble de référence pour les unités inefficaces E_4 , E_5 . La frontière d'efficacité est la limite des unités ; il est impossible pour une unité de la franchir (l'efficacité doit être comprise entre 0 et 1). Une unité est efficace si son *score* est égal à 1, sa place se trouve sur la frontière d'efficacité. Les points qui ne se trouvent pas sur la frontière d'efficacité sont inefficace.

Par rapport aux points de références, on a plusieurs choix pour rendre un point efficace. Prenons par exemple le point ou l'école E_4 ; pour rendre ce point efficace voici deux solutions : d'abord, on laisse l'output inchangé et on trouve un moyen pour faire accroître le niveau d'input en visant le point ou l'école E_3 qui est efficace (voir fig.1) ; ensuite, on a opté d'accroître simultanément l'input et l'output en visant le point E'_4 (voir fig. 1) qui se trouve sur la frontière d'efficacité.

Si le score d'efficacité est différent de 1($0 \leq \text{score} < 1$), il y a donc du gaspillage quelque part, soit au niveau d'output ou d'input. Par exemple :

$$\text{Score d'efficacité} = \frac{\text{output}}{\text{input}} = 0,30$$

$$\text{Output} = 0,3 \text{ input}$$

$$1 - 0,30 = 0,70$$

S'il existe 100% d'input, il y a 70% de gaspillage. Même si on exclut par exemple 70% d'enseignant les résultats d'examen restera toujours la même. On verra plus d'explication dans l'analyse antérieure.

2. Evaluation d'efficacité par le DEA

Généralement, on doit effectuer quatre étapes non négligeables dans l'évaluation d'efficacité :

- Il faut bien définir les entrées (inputs) et les sorties (outputs) pour chaque unité.

- Définir l'efficacité comme le ratio de la somme pondérée des sorties sur la somme pondérée des inputs sur la somme pondérée des outputs.
- Définir la contrainte : toutes les efficacités doivent être comprises entre 0 et 1 ($0 \leq \text{efficacité} \leq 1$).
- On doit choisir une pondération qui rend plus favorable possible à chaque unité (DMU (Decision Making Unit)).

Mais ils existent différents modèles qu'on peut choisir à part le modèle CR CCR comme BCC, ICC, IRS, etc. Parmi ces divers modèles, seul le modèle CCR qui nous intéresse. Outre que les quatre étapes d'évaluation d'efficacité, deux autres étapes s'ajoutent ; ils s'agissent donc des étapes du modèle CCR que ce soit orienté output ou input :

- Calcul des efficacités relatives des DMU et identification des ensembles de référence.
- Calculer les écarts afin d'identifier le chemin vers l'efficacité des unités efficaces.

Exemple numérique : Comme notre étude se focalise sur le secteur éducation, le tableau suivant renferme les données des entrées et sorties de l'enseignement technique de Madagascar durant l'année 2010 à travers les 22 régions. On traitera ces données par la méthode DEA orientée input et on explicitera les résultats.

N°	DMU	INPUTS				OUTPUTS		
		Effectif Des profs	Etablissements	effectif de la salle	Ateliers	CAP (Certificat d'aptitude professionnel)	BEP (Brevet d'étude professionnel)	BACC TECHNIQUE
1	Analamanga	618	109	763	223	164	1410	1369
2	Bongolava	286	2	14	5	64	345	883
3	Itasy	29	3	19	9	80	425	692
4	Vakinankaratra	133	25	151	69	111	996	425
5	Amoron'i mania	69	5	25	12	41	122	142
6	Atsimoatsinana	46	2	11	8	74	10	72
7	Haute matsiatra	103	14	56	21	59	178	128
8	Ihorombe	22	3	23	4	27	91	31
9	Vatovavyfitovinany	18	1	8	1	63	209	69
10	Alaotramangoro	105	7	50	16	41	58	126
11	Analanjirifo	56	3	17	7	153	270	220
12	Atsinanana	152	19	76	47	33	142	74
13	Androy	15	1	4	1	6	51	13
14	Anosy	23	2	14	3	16	42	10
15	Atsimoandrefana	144	5	25	6	10	68	26
16	Menabe	47	6	33	11	29	107	17
17	Betsiboka	20	1	6	2	21	117	68
18	Boeny	106	9	40	17	98	161	206
19	Melaky	31	1	7	2	23	124	75
20	Sofia	26	3	19	4	15	59	57
21	Diana	105	12	72	3	34	194	31
22	Sava	27	1	8	1	24	98	11

Source : ministère de l'enseignement technique Ampefiloha année 2010.

- **Les inputs**, dans le cas ci-présent, sont les facteurs employés par l'enseignement technique à la production :
 - **Effectif des profs** : ce sont les personnels enseignants qui ont le contact direct aux étudiants. Leurs apports à la production est très important et non négligeables.
 - **Etablissements** : les options possibles, que les étudiants ont libre choix d'opter, réunis forment l'existence d'un établissement. Un établissement comporte une ou plusieurs options par exemple l'artisanat, la mécanique, etc.
 - **Effectif de la salle** : Un établissement comporte un ou plusieurs bâtiments, un bâtiment comporte plusieurs salle. La salle est un endroit où se déroule la transmission des connaissances effectué par les profs.

- **Atelier** : endroit où se déroule la pratique (applications des connaissances acquises dans la salle).
 - **Les outputs**, dans le cas ci-présent, sont représentés par des résultats d'examens (l'effectif des admis): CAP (Certificat d'Aptitude professionnel), BEP (Brevet d'étude Professionnel), BACC TECHNIQUE. Il faut au moins avoir ces trois diplômes avant de franchir l'université dans le cadre d'enseignement technique (voir le schéma dans la page 51).

Les résultats d'analyse de ces données, après application de la méthode DEA, se focalisent sur quatre grands points essentiels qui sont :

- Interprétation des scores
- Le classement des 22 régions de Madagascar
- Interprétation des écarts et les conséquences
- Les décisions politique et économique que le ministère de l'enseignement technique doit prendre.

Pour pouvoir évaluer le DEA d'une manière plus approfondis, on va détailler chacun de ces quatre points essentiels. Cette évaluation sera exemptée des démonstrations et équations mathématiques, toutes les tâches ont été exécutées automatiquement par le logiciel DEA-Solver.

2.1 Interprétation des scores

Le tableau la page suivante nous montre toutes les valeurs de score d'efficience par ordre décroissante.

Model Name = DEA-Solver Pro5.0/ CCR(CCR-I) Returns to Scale = Constant
 (0 =<Sum of Lambda <Infinity)

Workbook Name = D:\FABULOUS\TAB TENA IZY\DEA RESULTATS.xlsx

Rang	DMU	Score
1	11	1
1	9	1
1	2	1
1	3	1
5	17	0,76023916
6	6	0,74747475
7	19	0,68439687
8	4	0,51099513
9	13	0,48803828
10	22	0,46889952
11	8	0,35314859
12	18	0,31637979
13	21	0,30940989
14	5	0,24317523
15	14	0,19875776
16	20	0,18806846
17	16	0,18513072
18	7	0,16991592
19	1	0,15568247
20	10	0,12661786
21	15	0,10426149
22	12	7,53E-02

(Tableau 1)

Ces scores sont obtenus après calcul sur ordinateur ; il faut tout simplement avoir le logiciel DEA, on fait entrer les données et suivre les instructions affichées sur l'écran.

Interprétation :

On a vu précédemment que seuls les DMU dont le score d'efficacité égal à 1 sont efficaces. Parmi les 22 régions de Madagascar, seulement quatre régions sont efficaces : Bongolava, Itasy, vatovavyfitovinany, Analanjirifo (Voir tableau. 1). Les autres régions, dont le score d'efficacité est différent de un, sont toutes inefficaces.

Grâce à ces scores, on peut évaluer tous les gaspillages des inputs réalisés par les autres DMU inefficaces. Même si on enlève quelques parts d'inputs, le résultat d'outputs ne change pas de valeur.

Output = **score** × Input (car le score est le rapport d'out et d'input)

1 – score = gaspillage

Prenons par exemple la région Sava :

Score d'efficacité de la Sava = 0,46889952

1 – 0,46889952 = **0,53110048**

Plus de moitié des inputs de la région Sava ont été gaspillés soit 53,110048%. On suppose qu'au départ il y a eu 100% d'inputs à la disposition de la région Sava, seulement 46,89952% ont été convenablement utilisés, les autres parties sont toutes gaspillées. Même si on enlève la partie gaspillée (licencié quelques professeurs, diminuer l'effectif d'atelier ou de la salle ou des établissements) les résultats des examens (CAP, BEP, BACC technique) sont toujours atteints. On peut en déduire donc que tous les inputs doivent être totalement utilisés d'une manière convenable pour qu'il n'y ait pas de gaspillage.

On peut aussi prendre d'autre région inefficace comme Analamanga :

Score d'efficacité d'Analamanga = 0,15568247

1 – 0,15568247 = **0,84431753**

C'est pareil pour la région d'Analamanga, elle a gaspillé énormément ses inputs soit 84,431753%. Avec les faibles portions d'inputs qui sont convenablement utilisés, les résultats des examens sera toujours atteints.

On peut appliquer la même interprétation pour les 16 autres DMU inefficaces. Mais à titre de remarque; si le score d'efficacité est faible, le gaspillage sera très énorme. Dans le cas contraire, la majorité des facteurs de production était mobilisée dans le bon sens.

2.2 Le classement des 22 régions de Madagascar

Le classement des DMU est proportionnel à la valeur de leur score d'efficacité. Il est donc évident que seuls les DMU dont leurs score d'efficacité équivaut à un sont les premiers en terme d'efficacité. En matière de gestion d'inputs; ce sont les régions d'Analanjirifo, de Vatovavyfitovinany, de Bongolava, d'Itasy sont les premiers régions de Madagascar. Ces quatre régions n'ont pas fait de gaspillage d'inputs.

Pour faciliter le classement des 22 régions de Madagascar et de le montrer d'une façon plus lisible et claire, on les a rangé ré, selon son efficacité, par ordre décroissante (voir tableau 2 ci- dessous).

Rang	Score	Régions
1	1	Analanjirifo
1	1	Vatovavyfitovinany
1	1	Bongolava
1	1	Itasy
5	0,76023916	Betsiboka
6	0,74747475	Atsimoatsinana
7	0,68439687	Melaky
8	0,51099513	Vakinankaratra
9	0,48803828	Androy
10	0,46889952	Sava
11	0,35314859	Ihorombe
12	0,31637979	Boeny
13	0,30940989	Diana
14	0,24317523	Amoron'i mania
15	0,19875776	Anosy
16	0,18806846	Sofia
17	0,18513072	Menabe
18	0,16991592	Haute matsiatra
19	0,15568247	Analamanga
20	0,12661786	Alaotramangoro
21	0,10426149	Atsimoandrefana
22	7,53 ^E -02	Atsinana

(Tableau 2)

Vous pensez peut être pourquoi la région d'Analamanga n'était pas la première parmi les 22 régions de Madagascar car au total elle a réalisé 2943 diplômés ? Oui, elle est la région où le taux de réussite est le record mais a-t-elle utilisé combien de facteurs de

production ? Comparé à d'autres régions, elle est rentable ? Non, elle a gaspillé la majeure partie de ses inputs donc elle est inefficaces. L'énigme n'est pas au niveau de production élevé ou non, mais avec combien de facteur on l'a produit, c'est le principe du modèle CCR orienté input.

2.3 Les écarts et son impact

On a calculé les écarts pour corriger les DMU inefficaces c'est-à-dire comment peut-on placer les unités inefficaces sur la frontière d'efficacité. La correction de ces DMU se fait au niveau de chacun des inputs et/ou des outputs. Comme nous l'avons vu précédemment, il se peut qu'on touche seulement l'input pour atteindre la frontière d'efficacité ou le contraire ou les deux à la fois. On touche les entrées ou les sorties car ils s'agissent d'**effort en trop donné aux inputs** ou d'**efforts en trop produit aux outputs**. Comme le score, les écarts sont aussi obtenus après calculs sur ordinateurs après avoir installé le logiciel DEA-Solver.

Avant d'explicitier les écarts, il est d'abord nécessaire d'affirmer le groupe ou l'ensemble de référence (voir tableau 3). Les quatre régions efficaces formeront l'ensemble de référence aux autres régions inefficaces. L'ensemble de référence est utile pour corriger les écarts ; les régions efficaces forment en quelques sortes des modèles pour les autres DMU inefficaces. On corrige donc les écarts à partir de l'ensemble de référence.

Model Name = DEA-Solver Pro5.0/ CCR(CCR-I) Returns to Scale = Constant (0 =<Sum of Lambda <Infinity)

Workbook Name = D:\FABULOUS\TAB TENA IZYDEA RESULTATS.xlsx

DMU	Score	Reference set (lambda)							
1	0,15568247	3	3,31764706						
2	1	2	1						
3	1	3	1						
4	0,51099513	3	2,34352941						
5	0,24317523	2	8,70E-03	3	0,13551263	9	9,37E-02	11	0,15489484
6	0,74747475	11	0,48366013						
7	0,16991592	3	0,10486921	9	0,80334069				
8	0,35314859	3	8,95E-03	9	0,41720537				
9	1	9	1						
10	0,12661786	2	2,23E-03	3	0,12986739	9	0,44687299	11	0,01513009
11	1	11	1						
12	7,53E-02	3	0,10399121	9	0,46796045				
13	0,48803828	9	0,24401914						
14	0,19875776	9	0,25396825						
15	0,10426149	2	4,62E-03	9	0,31773899				
16	0,18513072	3	6,76E-02	9	0,37444058				
17	0,76023916	2	2,07E-02	3	2,43E-02	9	0,47609006		
18	0,31637979	3	0,12979131	9	0,45396839	11	0,38572998		
19	0,68439687	2	4,12E-02	3	4,25E-03	9	0,51658375		
20	0,18806846	2	7,39E-04	3	6,61E-02	9	0,15336356		
21	0,30940989	9	0,92822967						
22	0,46889952	9	0,46889952						

(Tableau 3)

Interprétation :

- On remarque que la reference des DMU efficaces n'est qu'ell-meme
- Certaines unites inefficaces n'ont qu'une seule reference et d'autres ont

Plusieurs, par exemple :

DMU	Reference λ	Reference λ	Reference λ	Reference λ
Analamanga	(Itasy) 3,31764706			
Atsimo andrefana	(Bongolava) 4,62E-03	(Vatovavy fitovinany) 0,31773899		
Betsiboka	Bongolava) 2,07E-02	(Itasy) 2,43E-02	(Vatovavy fitovinany) 0,47609006	
Alaotra mangoro	(Bongolava) 2,23E-03	(Itasy) 0,12986739	(Vatovavy fitovinany) 0,44687299	(Analanjirofo) 0,01513009

(Tableau 4)

Ces quatre DMU (1, 10, 15, 17) ne sont que des echantillons, ou pourra faire comme ce tableau 4 avec les autres unites inefficaces. Il suffit d'utiliser le tableau 1 et 3 à la fois suivre les demarches comme dans ce tableau 4.

Voici donc un autre tableau qui illustre les écarts :

Model Name = DEA-Solver Pro5.0/ CCR(CCR-I) Returns to Scale = Constant (0 =<Sum of Lambda <Infinity)

Workbook Name = D:\FABULOUS\TAB TENA IZY\DEA RESULTATS.xlsx

No.	D M U	Score	V(1) effectif des profs	V(2) Etablis- sements	V(3) effectif de la salle	V(4) Ateliers	U(1) CAP (Certificat d'aptitude profe- ssionnel)	U(2) BEP (Brevet d'étude profe- ssionnel)	U(3) BACC TECH- NIQUE
1	1	0,15568247	1,62E-03	0	0	0	0	1,10E-04	0
2	2	1	1,03E-03	5,85E-03	0,04848186	2,86E-03	0,00389	6,12E-04	6,11E-04
3	3	1	3,11E-02	9,81E-03	1,40E-03	4,80E-03	6,52E-03	7,59E-04	2,25E-04
4	4	0,51099513	7,52E-03	0	0	0	0	5,13E-04	0
5	5	0,24317523	7,39E-04	0	3,80E-02	0	3,06E-03	4,48E-04	4,45E-04
6	6	0,74747475	0	0	0,09090909	0	1,01E-02	0	0
7	7	0,16991592	9,71E-03	0	0	0	2,67E-03	0	9,87E-05
8	8	0,35314859	4,55E-02	0	0	0	7,18E-03	1,75E-03	0
9	9	1	5,46E-02	6,25E-03	8,93E-04	3,06E-03	1,37E-02	4,83E-04	4,98E-04
10	10	0,12661786	5,56E-04	6,18E-02	1,02E-02	0	2,07E-03	0	3,31E-04
11	11	1	1,26E-03	0	5,38E-02	3,49E-03	4,74E-03	5,52E-04	5,68E-04
12	12	7,53E-02	2,75E-03	0	7,66E-03	0	0	5,30E-04	0
13	13	0,48803828	0	0	0,25	0	0	9,57E-03	0
14	14	0,19875776	4,35E-02	0	0	0	1,24E-02	0	0
15	15	0,10426149	0	0	4,00E-02	0	0	1,52E-03	4,13E-05
16	16	0,18513072	2,13E-02	0	0	0	3,36E-03	8,19E-04	0
17	17	0,76023916	1,81E-03	0	0,16061939	0	0	6,05E-03	7,70E-04
18	18	0,31637979	3,95E-03	0	0,01453049	0	2,70E-03	0	2,53E-04
19	19	0,68439687	1,54E-03	0	0,13605178	0	0	5,12E-03	6,53E-04
20	20	0,18806846	5,32E-03	0	0	0,21539358	1,86E-03	0	2,81E-03
21	21	0,30940989	0	0	0	0,33333333	0	1,59E-03	0
22	22	0,46889952	0	0	0,125	0	0	4,78E-03	0

(Tableau 5)

Interprétation :

On a affirmé précédemment qu'on peut rendre efficace une unité inefficace en l'amenant sur la frontière d'efficacité. Par rapport aux ensembles de référence (les DMU efficaces), on peut donc corriger tous les écarts d'évaluation des autres DMU inefficaces.

Les $V(1)$, $V(2)$, $V(3)$, $V(4)$ sont les écarts des inputs, tandis que $U(1)$, $U(2)$, $U(3)$ sont celles des outputs. Prenons par exemple deux unités parmi les 18 régions inefficaces :

Soient les régions de Vakinankaratra (DMU N°4) et Alaotra mangoro (DMU N° 10) :

- Pour la région de Vakinankaratra, elle a mal géré l'effectif des profs et donné beaucoup d'effort sur l'obtention de BEP (Brevet d'Etude Professionnel). L'écart d'effectif des profs est égal à $7,52E-03$; elle a donc employé plus des profs que son ensemble de référence qui est Itasy (DMU N° 3). Il faut diminuer de $7,52E-03$ l'effectif des profs pour atteindre l'efficacité d'Itasy. Son écart de BEP est équivalent à $5,13E-04$, elle a donc sacrifié beaucoup trop d'effort pour l'obtention de diplôme BEP, pour corriger cette inefficacité, elle devra diminuer son effort de $5,13E-04$ par rapport à son ensemble de référence qui est la région d'Itasy.
- Pour la région d'Alaotra mangoro ; elle a employé $5,56E-04$ d'effectif des profs, et gaspillé $6,18E-02$ d'établissements et $1,02E-02$ d'effectif de la salle de plus que son ensemble de référence. Pour atteindre l'efficacité des quatre DMU efficace (les quatre régions efficaces sont tout ensemble de référence de DMU N° 10 (voir tableau 5)), il faut donc diminuer les trois inputs cités avec leurs écarts respectifs pour atteindre l'efficacité de ces quatre régions mentionnées. Concernant les résultats d'examen, elle a donné trop d'effort pour l'output CAP (Certificat d'Aptitude Professionnel) et le BACC technique qui sont respectivement $2,07E-03$ et $3,31E-04$. Ces derniers devront diminuer pour que la région d'Alaotra mangoro soit efficace comme son ensemble de référence.

Pareil pour les autres régions inefficaces restantes, on doit corriger leurs écarts pour qu'elles soient efficaces comme son ensemble de référence qui est sur la frontière d'efficacité.

Les quatre régions efficaces sont plutôt toutes faiblement efficaces car leurs écarts ne sont pas tous nuls. Tous les écarts doivent être égaux à zéro pour qu'on puisse dire qu'une unité est fortement efficace.

2.4 *Décision politique et économique*

D'après l'analyse précédente, plusieurs régions sont encore inefficaces en matière de gestion d'inputs et elles ont aussi du mal à gérer leurs efforts donnés pour les outputs. Politiquement, Les régions inefficaces devraient imitées les quatre régions efficaces, observé de tout près la façon dont elles utilisent leurs inputs et la manière dont elles gèrent ses efforts à la production. Le marché de travail est en libre entrée et sortie, et certaines régions ont un sureffectif des profs, donc il faut envoyer les profs licencié dans d'autres établissements des autres régions. Il faut aussi supprimer les établissements obsolètes c'est-à-dire il faut diversifier les filières et options pour que les étudiants aient plusieurs choix. Il faut utiliser les ateliers et salles disponibles en les changeant par exemple en salle de cantine, de lecture, de récréation,... ou les rendre comme source de revenu aux établissements (le loyer). Economiquement, L'enseignement technique de Madagascar joue un rôle très important dans la formation professionnel de la population Malgache. Plusieurs régions sont encore inefficaces, il faut corriger tous ces problèmes d'inputs et d'outputs. Le mode de correction d'inputs est déjà vu précédemment. Concernant les outputs, il faut bien gérer les facteurs de production pour qu'il n'y ait pas *des efforts en trop*, par exemple une région donne beaucoup trop d'effort sur l'obtention de diplôme BACC technique alors que les étudiants ont du mal à obtenir leur CAP et BEP au cause de la mauvaise gestion des facteurs de production (insuffisance des Profs, des livres, etc.). Pour conclure, le modèle CCR orienté input insiste sur l'amélioration et les modes de gestion des facteurs de production pour qu'il n'y ait des gaspillages.

CONCLUSION

Pour conclure, la fonction de production permet aux producteurs de faciliter les modes de combinaison des facteurs. On peut la présenter sous forme mathématique (voir fonction Cobb-Douglas page 4) pour concrétiser l'analyse, il s'agit des modes des combinaisons des facteurs du fait que ces derniers possèdent plusieurs caractéristiques comme la complémentarité, la substituabilité, l'adaptabilité, etc. Elle nous permet de maximiser la quantité produite, facilite le choix entre les différents isoquants de la production. L'analyse approfondie de la fonction de production conduit à l'évaluation du système éducatif. La production et l'éducation se ressemblent et complémentaires. Elles s'agissent des modes de transformation d'un objet (production) ou d'un individu (éducation) en produit fini (diplômés) ou semi-fini (l'échec, l'abandon). La méthode DEA orientée input nous permet de focaliser seulement notre analyse sur le mode d'utilisation des entrées (les facteurs utilisés) pour atteindre un niveau maximal des sorties (quantités produites). Cette méthode nous encadre sur la technique de minimisation des gaspillages et des efforts inutiles (efforts en trop donnés aux entrées, efforts en trop produits aux sorties).

BIBLIOGRAPHIE

- Alain BEITONE, Antoine CAZORLA, Christine DOLLO, Anne MARY DRAI, Dictionnaires des sciences économiques, Armand colin/VUEF, 2001.
- Dominique Roux, Analyse économique de l'entreprise, tome 1, bordas, Paris, 1980.
- E. MALINVAUD, la croissance française, Dunod
- Francis BONNET, Pol DUPONT, André GAUDIN, Georges HUGET, Colette PAILLOLE, Nana AICHA SANDI, L'école et le management (pour une gestion des établissements de formation), De Boeck-Wesmael s.a. 1975.
- Janine BREMOND, Alain GELEDAN, Dictionnaire des théories et mécanismes économiques, Hatier paris, Octobre 1984.
- L. STOLERU, L'équilibre et la croissance économique, Dunod, 1978
- Pierre GRAVOT, Economie de l'éducation, Ed.economica (1993), 49, rue Héricart, 75015 Paris, n° 2716.
- R. FRISCH, lois techniques et économiques de la production, Dunod, 1963.

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PARTIE I : LA FONCTION DE PRODUCTION	2
I. Approches théoriques de la fonction de production.....	2
1. Définition de la fonction de production.....	2
2. L'observation de la réalité.....	3
3. Un cas particulier : la fonction de COBB-DOUGLAS	4
4. La politique de production.....	5
5. L'organisation de production.....	9
II. La fonction de production dans la théorie économique.....	9
1. La fonction de production à un seul facteur.....	11
1.1 L'analyse de J. Von Thunen.....	11
1.2 Les productivités.....	13
1.2.1 La productivité moyenne et la productivité marginale.....	13
1.2.2 L'élasticité de la production.....	14
1.3 L'analyse de la fonction de production à un seul facteur.....	15
1.3.1 La loi des rendements croissants puis décroissants.....	15
1.3.2 Relations existantes entre la P_m et P_M	16
2. Les fonctions de production à facteurs substituables.....	18
2.1 L'analyse empirique.....	18
2.2 L'optimum de production dans le cas de la substitution.....	20
2.2.1 Les isoquants.....	20
2.2.2 Le TMST (Taux Marginal de Substitution Technique).....	22
2.2.3 Les rendements d'échelle.....	24
3. Les fonctions de production à facteurs complémentaires.....	26
III. Le progrès technique dans le processus de production.....	27
1. Signification et révolution du progrès technique.....	27
1.1 Définition du progrès technique.....	27
1.2 Contexte historique.....	28
2. Approche macroéconomique.....	29
3. Progrès technique et emploi.....	33
4. Les différentes sortes de progrès technique.....	34
IV. L'innovation.....	36

1.	La différence entre l'innovation et l'invention	36
2.	L'analyse de Schumpeter	37
3.	Politique de l'innovation	37
V.	L'Entreprise et la production.....	38
1.	La place de l'entreprise au sein de l'économie.....	39
1.1	Circuit économique à deux secteurs.....	39
1.2	Circuit économique à trois secteurs.....	41
1.3	Critique du modèle à trois secteurs.....	43
PARTIE II : LE SYSTEME EDUCATIF.....		44
I.	L'économie de l'éducation.....	45
1.	L'économie de l'éducation.....	45
1.1	L'éducation dans L'HPE.....	46
1.2	La place de l'éducation au sein de l'économie.....	48
2.	Le champ d'analyse d'économie de l'éducation.....	49
2.1	Demande de l'éducation.....	49
2.2	Evaluation de l'output.....	50
2.3	Les différents inputs.....	52
2.3.1	Les inputs liés à l'étudiant.....	52
2.3.2	Les inputs offerts par le système éducatif.....	53
II.	Produits et facteurs de production du système éducatif.....	53
1.	Les produits d'enseignement.....	53
1.1	Evaluation en termes des sortants.....	55
1.2	Evaluation en termes d'inscrits.....	56
1.3	Evaluation pondérée.....	56
2.	Les facteurs de production du système éducatif.....	57
2.1	Personnel enseignant.....	57
2.2	Personnel non enseignant.....	58
2.3	Les équipements.....	58
2.4	Les étudiants.....	59
III.	Applications (Utilisation du logiciel DEA-Solver).....	61
1.	Méthode DEA.....	61
1.1	Définition.....	61
1.2	Le modèle CHARNES, COOPER, RHODES (CCR).....	62

2. Evaluation d'efficacité Par le DEA.....	64
2.1 Interprétation des scores.....	67
2.2 Le classement des 22 régions de Madagascar.....	70
2.3 Les écarts et son impact.....	71
2.4 La décision politique et économique.....	76
CONCLUSION.....	77
BIBLIOGRAPHIE.....	78
TABLES DES MATIERES.....	79

Thème : La fonction de production et le système éducatif

Nombres de page : 79

Auteur : Mr RAMIHARIJAFY Hausdorff Fabio

RESUME DU LIVRE

Dans le cadre microéconomique; la fonction de production permet, spécialement au producteur, de choisir le meilleur isoquant. Le niveau de la quantité produite dépend des modes de combinaison des facteurs. Les facteurs de productions ont plusieurs caractéristiques : complémentarité, substituabilité, etc. La fonction de production peut être modélisé sous forme mathématique pour faciliter le choix entre les diverses combinaisons de production (isoquant). L'intégration du progrès technique dans le processus de production ne présente pas un risque d'erreur sur le calcul mathématique l'agent (producteur). Il est neutre (il n'affecte pas l'équilibre économique), il permet d'assurer la condition du plein emploi (point de vue Classique) et de reculer le seuil de saturation en créant une demande effective plus forte (point de vue Keynésien). L'innovation est une source de la croissance, mais toute invention ne peut pas être une innovation. Le système éducatif est aussi une mode de production, mais ses matières premières sont des individus qui veulent accumuler des connaissances. Son analyse nécessite aussi un mode de gestion et d'évaluation de facteurs bien déterminé. On a utilisé une méthode DEA orientée input pour évaluer la performance des facteurs en focalisant l'analyse sur l'interprétation des scores (rapport d'output et input) et le calcul des écarts (instrument de correction des unités « DMU ») et en minimisant les gaspillages, les efforts inutiles.

Nom : RAMIHARIJAFY

Prénom : Hausdorff Fabio

Titre : La fonction de production et le système éducatif

Nombres de page : 79 pages

Tableaux : 7

Graphiques : 8

Résumé :

Dans le cadre microéconomique; la fonction de production permet, spécialement au producteur, de choisir le meilleur isoquant. Le niveau de la quantité produite dépend des modes de combinaison des facteurs. Les facteurs de productions ont plusieurs caractéristiques : complémentarité, substituabilité, etc. La fonction de production peut être modélisé sous forme mathématique pour faciliter le choix entre les diverses combinaisons de production (isoquant). L'intégration du progrès technique dans le processus de production ne présente pas un risque d'erreur sur le calcul mathématique l'agent (producteur). Il est neutre (il n'affecte pas l'équilibre économique), il permet d'assurer la condition du plein emploi (point de vue Classique) et de reculer le seuil de saturation en créant une demande effective plus forte (point de vue Keynésien). L'innovation est une source de la croissance, mais toute invention ne peut pas être une innovation. Le système éducatif est aussi une mode de production, mais ses matières premières sont des individus qui veulent accumuler des connaissances. Son analyse nécessite aussi un mode de gestion et d'évaluation de facteurs bien déterminé. On a utilisé une méthode DEA orientée input pour évaluer la performance des facteurs en focalisant l'analyse sur l'interprétation des scores (rapport d'output et input) et le calcul des écarts (instrument de correction des unités « DMU ») et en minimisant les gaspillages, les efforts inutiles.

Mots clés : Fonction de production, Système éducatif, Production, éducation, DEA (Data envelopment analysis), Analyse de performance des données

Encadreur : RANDRIAMBOARISON Rado

Adresse de l'auteur : VK 43 JA Morarano Ambanidia (Antananarivo)