

**La diffusion technologique par le commerce international :  
Le rôle de la capacité d'absorption.  
(Etude empirique entre les pays de l'OCDE et les  
pays MENA)**

**LIOUANE Naoufel<sup>1</sup>  
TEFFAHI Besma<sup>2</sup>**

**Résumé :**

*L'objectif de ce papier est d'étudier la relation entre la diffusion technologique, le capital humain et la croissance économique dans le cas des pays MENA en mettant l'accent sur la technologie émise d'une part et sur la capacité d'absorption des pays récepteurs d'autre part. En effet la croissance dans les pays en développement ne dépend pas seulement de leurs propres efforts de R&D mais aussi des efforts de R&D des pays partenaires commerciaux. Nous vérifions aussi si la diffusion technologique est suffisante pour la convergence entre les pays. Pour ce faire nous avons mobilisé une base de données originale fournissant des données des pays émetteurs de la technologie (les pays de l'OCDE) vers des pays en voie de développement (les pays MENA) durant onze ans.*

**Mots clés:** commerce international, diffusion technologique, recherche et développement, capacité d'absorption, croissance, productivité globale des facteurs.

---

<sup>1</sup> Liouane Naoufel, Faculté de Sciences Economiques et de Gestion de Tunis ([naoufel\\_liouna@yahoo.fr](mailto:naoufel_liouna@yahoo.fr))  
tél :216 97 29 54 88. 20542532.

<sup>2</sup> Teffahi Besma, Ecole Supérieure de commerce de Tunis ([teffahi\\_besma@yahoo.fr](mailto:teffahi_besma@yahoo.fr)) tél :21697 35 47 47

## **I - Introduction:**

Tous les travaux économiques récents, que se soit en théories de croissance endogène ou en commerce international, montrent que les bienfaits de la R&D ne s'arrêtent pas aux frontières nationales. EATON et KORTUM (1999) ont estimé que la R&D étrangère a expliqué 87% de la croissance de la productivité en France. Alors que 60% du gain de productivité au Japon est assurée par la R&D américaine, contre 20% des gains américains dus à la R&D japonaise. Ces deux faits nous poussent à poser les questions suivantes : quels sont les canaux via lesquels la technologie passe d'un pays à l'autre ? Quels sont les facteurs qui font qu'un pays absorbe plus de technologie étrangère qu'un autre ? Par conséquent est-ce que la diffusion technologique explique-t-elle la convergence entre les pays ? C'est ce que nous allons essayer de vérifier dans le présent travail.

En fait, la fusion entre les nouvelles théories de croissance et de commerce international, ont mis en évidence plusieurs canaux pour la diffusion technologique dont notamment l'ouverture commerciale et les IDE. Dans ce cadre, des modèles en économie ouverte ont été développés dans lesquels il est possible de mettre en évidence l'existence d'effets de long terme via le développement technologique, l'amélioration de la productivité et le transfert technologique. ETHIER (1982) montre que l'ouverture élargit l'offre d'inputs et par la suite garantit une meilleure efficacité de la combinaison productive. Dans son étude, il considère les bénéfices des externalités et les rendements croissants comme étant conditions de gain de libre échange. Dans le même contexte, ROMER (1987) montre que les rendements croissants et les externalités liés à la connaissance sont renforcés par l'ouverture. RIVERA BATIZ (1991) considère que l'amélioration de l'allocation des ressources et l'accroissement de la taille du marché constituent les effets majeurs de l'ouverture. Une idée renforcée par KRUGMAN (1991) qui présente l'effet positif de l'ouverture sur les rendements internes. La relation entre diffusion technologique en tant qu'externalité et la croissance économique a été traitée dans le cadre de la théorie de croissance endogène par ROMER (1986-90) et GROSSMAN - HELPMAN (1991). Ces travaux considèrent que le stock de connaissance domestique et étrangère est une source génératrice d'effets externes positifs qui contribue d'une manière significative à la productivité des pays.

Plusieurs études empiriques ont tenté de vérifier les résultats théoriques. Dans ce contexte, les travaux de COE-HELPMAN (1995) sur les 22 pays de l'OCDE sur la période (1974-1990) montrent que l'intensité des externalités internationales de R&D augmente avec l'ouverture

des pays. La PGF d'un pays donné dépend, non seulement de son propre stock de R&D mais aussi, de celui de ces partenaires commerciaux. De même les pays de petites tailles bénéficient d'une élasticité de leur PGF par rapport à la R&D mondiale la plus élevée. Les petits pays sont susceptibles de gagner plus que les grands pays grâce à l'ouverture. Les travaux de BERNSTEIN et MOHNEN (1994) montrent que ces externalités technologiques internationales ont une forte dimension bilatérale lorsque les partenaires sont développés et leurs stocks de R&D sont élevés. BENHABIB et SPIEGEL (1994) ont introduit la notion de capital humain pour expliquer le rattrapage technologique. Leur estimation sur un échantillon qui regroupe les pays les plus pauvres montre qu'il est préférable pour ces derniers d'imiter et d'adopter la technologie étrangère que de faire des innovations domestiques. Sur cette même voie se situe les travaux de COE, HELPMAN et HOFFMAISTER (1997) et KELLER (2000) qui montrent, sur la base d'un échantillon de pays industrialisés et en développement, que les « spillovers » de R&D induites par le commerce ont un fort positif impact sur la croissance des pays en développement. Une augmentation de la R&D des pays industrialisés implique l'augmentation de la croissance des pays en développement. L'ampleur de cette augmentation dépend positivement du commerce.

Ainsi, nous pouvons conclure à priori que c'est l'effort de R&D global et non l'effort de R&D national qui est à l'origine des gains de productivité. Un pays en développement qui souffre de sous capacité en R&D peut bénéficier des efforts de R&D internationaux en commerçant avec les pays développés.

En réalité, les accords internationaux conclus entre les PVD tels que les pays de la zone MENA et l'UE les obligent à se confronter à une concurrence internationale basée sur la compétitivité et sur une différenciation des capacités. La maîtrise de la connaissance technologique devient centrale et le copiage n'est plus suffisant. Ainsi, dans le but de procurer au pays un avantage concurrentiel distinctif, l'enjeu de la diffusion technologique consiste à conjuguer l'acquisition des compétences externes avec le développement des compétences propres. Par conséquent, et pour toucher les bienfaits de la diffusion technologique, les pays doivent dépasser l'assimilation de la technologie extérieure par l'imitation à la construction de nouvelles capacités technologiques. Cette vision suppose les deux hypothèses suivantes :

- ❖ C'est la capacité d'absorption des pays récepteurs qui fait que la transmission du même paquet de connaissances technologique n'a pas le même effet sur le taux de croissance des pays.

- ❖ Et c'est l'importance et la qualité de l'information technologique du pays donneur qui fait que le commerce avec des pays moins développés est moins profitable.

En fait, la littérature récente de la diffusion technologique développe cette intuition et tente de relier les phénomènes de diffusion et de création nationale, mais elle n'a pas élaboré d'outils réellement adéquats, notamment au niveau des PVD.

Notre article, plutôt empirique, oeuvre pour un enrichissement de cet axe de recherche qui est au centre d'un nouveau débat à propos de la nature de la technologie importée, la dynamique absorptive et productive des capacités, ainsi que l'efficacité des modes de diffusion des connaissances technologiques.

Notre travail consiste par conséquent à estimer l'effet de la diffusion technologiques sur la croissance économique en introduisant deux indicateurs : l'un reflète la capacité d'absorption alors que l'autre traduit l'importance de stock de connaissances technologiques étrangères. Cette étude empirique concerne la technologie émise des pays de l'OCDE vers les pays MENA (13pays)<sup>3</sup> entre les années 1990 et 2001.

Dans le paragraphe suivant, nous définissons les variables et le modèle d'estimation des données. Le troisième paragraphe est consacré à l'estimation et l'interprétation des résultats. L'étude de la convergence des pays MENA figure dans le quatrième paragraphe. Nous terminons par une conclusion dans le cinquième paragraphe.

## **II – Définition des variables et modèle d'estimation :**

### **1-Définition des variables :**

En se basant sur les travaux de BENHABIB et SPIEGEL (1994) et CRESPO et al. (2002), nous avons construit une base de données<sup>4</sup> pour les pays de OCDE et les pays de MENA. Notre apport consiste à améliorer l'efficacité des variables : capacité d'absorption (noté CA) et diffusion technologique (noté DT)

#### **❖ Variables d'ouverture :**

On représente trois indices qui mesurent l'ouverture; le taux d'ouverture  $\frac{X+M}{PIB}$ , le taux d'ouverture relatif aux exportations  $\left(\frac{X}{PIB}\right)$ , le taux d'ouverture relatif aux importations  $\left(\frac{M}{PIB}\right)$ .

---

<sup>3</sup> Voir annexe pour la liste des pays.

<sup>4</sup> Voir la bibliographie pour la source des données statistiques.

### ❖ La variable de la diffusion technologique DT :

Pour construire cette variable on a supposé que la technologie étrangère est véhiculée par l'importation des équipements<sup>5</sup> ( $m_{eq}$ ) et non par l'importation totale ( $M$ ). D'où les deux relations suivantes :

$$DTM_{it} = \frac{m_{eqit}}{M_{it}} \log \sum_{i \neq j} m_{ijt} \frac{RD_{jt}}{Y_{jt}}$$

Ou encore

$$DTY_{it} = \frac{m_{eqit}}{Y_{it}} \log \sum_{i \neq j} m_{ijt} \frac{RD_{jt}}{Y_{jt}}$$

Avec :

- ✓  $m_{ijt}$  : l'importation du pays i du pays j (un pays de OCDE).
- ✓  $RD_{jt}/Y_{jt}$  : la part de R&D dans le PIB du pays donneur.
- ✓  $m_{eqit}/M_{it}$  : la part des importations des équipements dans l'importation totale du pays récepteur.
- ✓  $m_{eqit}/Y_{it}$  : la part des importations des équipements dans le PIB du pays récepteur.

### ❖ La variable de la capacité d'absorption : CA :

Cette variable est construite en introduisant le capital humain (KH) et le stock de R&D comme condition nécessaire pour absorber et adopter la technologie étrangère. D'abord commençons par la variable du capital humain. Les travaux empirique menés pour la valorisation du capital humain ont montré que le taux d'inscription en secondaire ou encore le taux d'encadrement ne reflètent pas réellement la qualité de l'éducation et par conséquent le stock du capital humain. La majorité des estimations faites sur les PVD montre que le taux de scolarisation est non significatif. Notons, toutefois que ces pays n'ont pas cessé d'augmenter les dépenses consacrées à l'éducation, mais cette augmentation ne s'est pas traduite par une amélioration des compétences des sortants ; celle – ci s'est même dégradée.

Ainsi, pour améliorer l'efficacité de variable du capital humain, nous utilisons la méthodologie de Nadir Altinok (2006)<sup>6</sup> qu'on va suivre dans notre travail.

La méthode utilisé procède à un regroupement des séries sur des échelles communes afin d'avoir des indices de qualité de l'éducation (IQE) comparables. On se base sur les séries des

<sup>5</sup> L'importations des équipements fait inclure les codes des produits suivants : 70, 71, 72, 74,75, 76, 77, et 87

<sup>6</sup> Nadir Altinok (2006) : Données internationales sur l'éducation (1960-2005)

données concernant l'éducation pour les différents pays. (Les taux d'inscription primaire et secondaire, le taux d'encadrement, le taux d'alphabétisation, ...). Nous avons essayé d'utiliser les séries de données qui reflète le niveau (ou la politique) d'éducation pour les pays de MENA sur 12 années. Ensuite nous avons mis à une échelle de 0 - 100 toutes les séries en supposant que le pays qui avait obtenu le plus grand score aurait un résultat de 100. Enfin nous procédons à un ancrage des scores déterminés les uns avec les autres, pour obtenir un indicateur synthétique qui mesure la qualité d'éducation d'un pays entre 0 et 100 dont le pays qui à la meilleure qualité d'éducation aurait le résultat 100.

On définit ainsi les scores que nous avons utilisés :

S1 : taux d'alphabétisation

S2 : score d'encadrement = 100 - (taux d'encadrement = élèves par enseignant)

S3 : taux d'inscription primaire

S4 : taux d'inscription secondaire

Tous les scores varient ainsi entre 0 et 100, d'où la variable de KH :

$$KH = \frac{\sum_{i=1}^4 S_i}{4}$$

Par conséquent et comme s'est défini dans les travaux CRESPO et al. (2002) nous définissons la variable de capacité d'absorption en utilisant la méthode de l'analyse en composantes principales<sup>7</sup> :

$$CA_{it} = 0.94 * KH_{it} + 0.25 * RD_{it}$$

Avec RD =  $RD_{it}/Y_{it}$  : la part de R&D dans le PIB du pays récepteur.

## **2-Définition des modèles d'estimation :**

Notre modèle consiste à déterminer l'effet de la diffusion technologique sur la croissance économique. Pour ce faire nous avons estimé les trois modèles suivants :

---

<sup>7</sup> Voir annexe pour la méthode ACP.

$$\log Y/tête_{it} = \alpha + \beta \left( \frac{X}{Y} \right)_{it} + \delta \left( \frac{M}{Y} \right)_{it} + \lambda DTM_{it} + \rho CA_{it} + \theta \left( \frac{X+M}{Y} \right)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\log PRODU_{it} = \alpha + \beta \left( \frac{X}{Y} \right)_{it} + \delta \left( \frac{M}{Y} \right)_{it} + \lambda DTM_{it} + \rho CA_{it} + \theta \left( \frac{X+M}{Y} \right)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$\log PGF_{it} = \alpha + \beta \left( \frac{X}{Y} \right)_{it} + \delta \left( \frac{M}{Y} \right)_{it} + \lambda DTM_{it} + \rho CA_{it} + \theta \left( \frac{X+M}{Y} \right)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

La productivité est définie par le rapport entre le PIB et le nombre de la population active.

Alors que la productivité globale des facteurs est défini par la formule suivante :

$$PGF = \frac{Y}{K^\alpha L^{1-\alpha}}$$

Ainsi on a :  $\log PGF_{it} = \log Y_{it} - \alpha \log K_{it} - (1-\alpha) \log L_{it}$

Notre étude empirique porte sur un panel cylindré de 13 pays de MENA sur 12 ans. L'existence de l'effet fixe est déterminée par le test de Hausman. Nous utilisons la méthode MCG pour surmonter le problème d'autocorrélation des erreurs. En fait ce problème existe dans notre modèle pour deux raisons. D'une part il y a absence d'une variable explicative importante dont l'explication résiduelle permettrait de « blanchir » les erreurs. D'autre part l'utilisation de panel cylindré nous pousse quelque fois à l'utilisation de l'interpolation linéaire ou la moyenne mobile ce qui cause une autocorrélation artificielle des erreurs due à l'usage de ces deux opérateurs.

### III – Estimation et résultats :

Sur un panel de 13 pays de MENA observés entre la période 1990 et 2001, on a estimé les 3 modèles définis précédemment.

❖ Estimation de la fonction de production des pays MENA :

Pour estimer la fonction de production des pays MENA nous utilisons une fonction de production néoclassique de type Solow augmenté (Mankiew. Romer et Weil 1992), cette fonction prend la forme suivante :

$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^\beta$$

Où  $Y_t$  est le PIB,  $K$  le stock de capital physique,  $L$  le travail,

**Tableau 1 : estimation de la fonction de production des pays MENA**

	Within	betwiin
Constante	9.637203 (16.20)**	9.946455 (15.37)**
Logk	0.2665292 (7.74)**	0.3495219 (8.98)**
logL	0.6712554 (16.72)**	0.5618894 (12.77)**
R <sup>2</sup>	0.5582	0.6345

*Les valeurs entre parenthèses sont les T- Student ; \*significative 5%, \*\*significative à1%*

D'après le test de Hausman<sup>8</sup>, on choisit l'estimation within (fixed effect). Ainsi le capital participe avec 27% dans la production alors que le travail participe avec 68%. Ces résultats sont trouvés dans la plupart des études empiriques. Par conséquent pour déterminer la PGF on a supposé que  $\alpha=0,3$  et  $\beta=0,7$ .

❖ Estimation des modèles de régression des pays MENA

**Tableau 2 : La variable endogène est le PIB par tête<sup>9</sup>**

	1	2	3	4
constante	6.8480 (26.41)**	3.7145 (8.16)**	3.9786 (8.18)**	3.8901 (7.57)**
DTM		0.000898 5.57)**	0.00091 5.24)**	
CA		0.033 (5.26)**	0.0335 (4.93)**	0.0404 (5.73)**
DTY				0.00025 (3.03)**
X/Y	0.0409 (4.94)**	0.045 (6.92)**		
M/Y	-0.009368 (-1.61)	-0.003 (-0.65)		
(M+X)/Y			0.0156 5.32)**	0.012 5.32)**

*Les valeurs entre parenthèses sont les T- Student ; \*significative 5%, \*\*significative à1%*

<sup>8</sup> Voir annexe pour l'estimation de la fonction de production.

<sup>9</sup> Les valeurs entre parenthèses sont les T- Student

Dans ce deuxième tableau nous avons essayé de déterminer l'effet de l'externalité technologique sur la croissance du PIB par tête. Les résultats trouvés montrent clairement l'effet positif de la diffusion technologique sur la croissance du PIB des pays étudiés. En effet, cette régression montre que les coefficients des variables DTM, DTY, CA, X/Y et (X+M)/Y sont significatifs et positifs.

Cependant, le coefficient de la diffusion technologique DTM est très faible par rapport au coefficient de DTY qui exprime la diffusion par la propension d'importation des équipements. Ce qui nous permet de dire qu'une variation positive de 1% du stock de R&D étranger engendre une augmentation de 0,0002% du PIB des pays d'accueil. De même l'effet de la capacité d'absorption sur la croissance du PIB est très important. En effet, une amélioration de l'absorption des technologies étrangères de 1% engendre une augmentation du PIB des pays de MENA de 0.03%.

En revanche, les trois modèles indiquent un effet négatif mais non significatif dans la plupart des estimations des importations. Bouoiyour et Bennaghmouch(1998) ont trouvé aussi un impact négatif du commerce extérieur sur la croissance au Maroc. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées :

- Le commerce entre un pays en voie de développement et un pays développé, avec l'absence de maîtrise technologique, peut réduire le taux de croissance.
- L'ouverture d'un pays en voie de développement peut réduire la croissance par le biais du taux de change : effet Balassa
- L'ouverture ne peut pas être bénéfique que si le pays possède un capital humain capable d'absorber et de créer de nouvelles technologies.

Les résultats trouvés rejoignent ceux de Grossman et Helpman (1991), et Fontagne et Géren (1997) qui montrent qu'un lien positif entre ouverture et croissance n'est pas automatique. L'incapacité des études économétriques à établir une relation claire entre ouverture et croissance nous pousse à considérer l'ouverture comme un catalyseur et non comme un moteur de la croissance.

Mais, globalement la variable (X+M)/Y nous indique que l'ouverture affecte positivement le taux de croissance.

**Tableau 3 : La variable endogène est la productivité :**

	1	2	3	4
constante	5.5251 (12.66)**	5.2907 (12.94)**	5.2036(11.92)**	5.4369 (11.71)**
DTM	0.000087 (5.60)**	0.000086(5.95)**		
DTY			0.00024(3.49)**	0.000237 (3.15)**
CA	0.0285 (4.67)**	0.0282 (4.97)**	0.0345 (5.79)**	0.0352 (5.53)**
X/Y		0.0408 (6.99)**	0.0386 (6.21)**	
M/Y		-0.00183 (-0.44)	-0.00556 (-1.27)	
(M+X)/Y	0.01477 (5.60)**			0.01149 (4.27)**

Les valeurs entre parenthèses sont les T- Student ; \*significative 5%, \*\*significative à 1%

**Tableau 4 : La variable endogène est la PGF :**

	1	2	3	4
constante	-0.3335743 (-1.08)	-0.5193 (-1.83)**	-0.5816(1.94)**	-0.398224 (-1.22)
CA	0.014638 (3.39)**	0.01442 (3.67)**	0.0186(4.56)**	0.0192 (4.31)**
DTM	0.000054 (4.97)**	0.000053 (5.37)**		
DTY			0.00014(2.95)**	0.000136 (2.59)**
X/Y		0.03015 (7.45)**	0.0286 (6.70)**	
M/Y		-0.003674 (-1.27)	-0.006 (-2.02)**	
(M+X)/Y	0.00949 (5.09)**			0.00732 (3.88)**

Les valeurs entre parenthèses sont les T- Student.. \*significative 5%, \*\*significative à 1%

Les tableaux 3 et 4 confirment les résultats trouvés dans le tableau 2. La PGF s'explique bien par la capacité d'absorption qui favorise une absorption facile de la technologie étrangère. Alors que la persistance de l'effet négatif de l'importation malgré qu'il est non significative, implique que l'efficacité de l'utilisation des technologies étrangères est une condition nécessaire pour tirer profit de l'ouverture mais elle n'est pas suffisante. Ainsi, on peut dire que le processus de l'accumulation des connaissances dans les pays MENA est assez lent. Ces pays doivent dépasser l'idée de l'absorption pour l'esprit de la création. Pour démontrer que la capacité d'absorption est une condition nécessaire pour réussir la diffusion technologique on passe à l'estimation suivante :

**Tableau 5 : interaction entre diffusion technologique et capacité d'absorption :**

	Variable dep.PIB/tête	Variable dep.productivité	Variable dep.PGF
CONSTANTE	4.923576 (9.22)**	6.37657 (13.15)**	0.2296204 (0.68)
CA	0.0317276 (3.21)**	0.0279754 (3.11)**	0.0138493 (2.23)
DTM *CA	0.0048081 (2.39)**	0.0042626 (2.33)**	0.0027982 (2.21)**

Les variables sont significatives à 1%.

D'après ce tableau, nous remarquons facilement que la technologie étrangère ne se diffuse que s'il existe une capacité d'absorption. Nous remarquons que le coefficient de la diffusion technologique s'est amélioré en passant de 0.0004% à 0.04% . Un accroissement de 1% de l'absorption des technologies étrangère augmente le PIB par tête de 0.04%.

D'autre part nous remarquons que les pays MENA ne profitent pas de leur proximité avec l'Europe pour accroître leurs exportations et attirer les IDE qui reste à maintenant négligeable. La plupart des pays MENA ont des secteurs industriels faibles et tournés soit vers l'industrie pétrolière (pays de Golf et Algérie) soit vers le secteur textile (Maroc, Tunisie, Egypte...).

Par conséquent nous estimons qu'il est nécessaire d'étudier la convergence entre les pays MENA et les pays de l'OCDE

#### **IV – Etude de la convergence des pays MENA :**

L'hypothèse de convergence est fondée sur les modèles de croissance néo-classiques (Solow, 1956 ; Swan1956) et implique une tendance à l'égalisation à long terme du taux de croissance

du revenu ou de la production par tête de différentes zones géographiques. En d'autres termes, il y a convergence lorsqu'une économie pauvre tend à croître plus vite qu'une économie riche, de manière à ce que le pays pauvre rattrape à long terme le niveau de revenu ou de production par tête du pays riche. Cette propriété correspond au concept de  $\beta$ -convergence (Barro et Sala-i-Martin, 1995). La  $\beta$ -convergence peut être absolue (inconditionnelle) ou conditionnelle. Elle est absolue lorsqu'elle est indépendante des conditions initiales. Elle est conditionnelle lorsque les économies sont supposées identiques en termes de préférences, de technologies et de politiques économiques.

La convergence est potentiellement accélérée par l'ouverture sur l'extérieur. Les études montrent que les petits pays bénéficient d'avantage des gains à l'échange. Mais la possibilité d'une ouverture défavorable aux pays en retard existe s'ils se trouvent bloqués dans des spécialisations en des activités ne bénéficiant pas de rendement d'échelles croissants, voire à rendements décroissants. MENDEZ (1997), montre comment l'échange est porteur à la fois de convergence (via la diffusion technologique), et de divergence (via la spécialisation) si les économies sont suffisamment proches (en terme de dotation factorielle), et que la diffusion internationale de savoir est forte, alors la convergence est possible. De même si l'ouverture d'un pays en développement n'est pas compensée par la diffusion technologique, ce pays peut se trouver piégé dans une trappe de pauvreté.

BEN DAVID et ATQUR RAHMAN étudient la convergence en PIB par travailleur pour différents groupes de pays. Ils concluent que si ces groupes sont tirés de façon aléatoire, seule 20% d'entre eux présentent des propriétés de convergence entre la période (1960-1985). Par contre si les groupes sont constitués d'un pays et de ses partenaires commerciaux ce pourcentage monte à 86%. Cette convergence en PIB par travailleur résulte d'une réduction de disparité de productivité totale des facteurs. Le commerce international serait ainsi un facteur de convergence via la diffusion technologique. Le rattrapage technologique est conditionné par l'existence d'un niveau minimal de capital humain. (BEN HABIB et SPIEGEL 1994). Pour le cas européen l'expérience atteste des bénéfices de l'ouverture. (Coe et Moghadam 1993) montrent que les pays du Sud de l'Europe (Espagne, Irlande, Portugal) ont réalisé des bénéfices et le mécanisme de rattrapage jouent un rôle central.

Les pays qui ont un retard ont largement bénéficiés de l'ouverture via l'augmentation de l'investissement et l'amélioration de PGF. Ces études soulignent que la nature du partenaire économique joue un rôle extrêmement important. Cet argument permet d'expliquer partiellement l'échec des accords régionaux Sud – Sud caractérisé par l'insuffisance

d'échanges commerciaux et la faiblesse de transfert technologique (Grossman, Helpman et Hoffmaister 1997).

**1-La convergence inconditionnelle des pays MENA**

L'hypothèse de  $\beta$ -convergence absolue est habituellement testée sur le modèle en coupe transversale suivant :

Equation1

$$\frac{1}{T} \log \left( \frac{Y_{it}}{Y_{i0}} \right) = \alpha + \beta \log (Y_{i0}) + \varepsilon_i$$

Où  $y_{it}$  est le PIB par tête du pays  $i$  à la date  $t$ ,  $T$  est la longueur de la période d'étude,  $\alpha$  et  $\beta$  sont des paramètres inconnus à estimer et  $\varepsilon_i$  est un terme d'erreur aléatoire. On dit qu'il y a  $\beta$ -convergence lorsque  $\beta$  est négatif et statistiquement significatif puisque dans ce cas le taux de croissance moyen du PIB par tête entre les dates 0 et  $T$  est négativement corrélé avec le niveau initial du PIB par tête. L'estimation de  $\beta$  permet de calculer la vitesse de convergence :

$$\theta = - \frac{\log( 1 + T \beta )}{T}$$

et la durée nécessaire pour que les économies combrent la moitié d'écart qui les sépare de leur état stationnaire, appelée la demi-vie :

$$\tau = \frac{\log 2}{\log( 1 + \beta )}$$

**Tableau 6 : estimation de  $\beta$ -convergence :**

	Equation1
constante	0.1088791 (2.21)**
$\beta$ -convergence	-0.0121279 (-1.94)**
Vitesse de convergence	0.00726
Demi vie	102.89 années

Les valeurs entre parenthèses sont les  $T$  de Student.

Ainsi, on observe que la vitesse de convergence au niveau des pays MENA est à l'ordre de 0.7% . Il fallait ainsi 102 années pour que ces pays puissent combler la moitié de l'écart qui les sépare de leur état stationnaire. Bien que notre échantillon est hétérogène(dans le sens qu'on doit utiliser la notion de club de convergence), cette vitesse assez faible traduit la réalité des pays de la MENA et montre aussi que les efforts fournis pour augmenter le taux de croissance reste encore incapable à générer une convergence rapide. ainsi la question fondamentale qui se pose concerne les déterminants de la convergence : c'est l'objectif du paragraphe suivant.

## ***2-les déterminants de la vitesse de convergence***

nous supposons dans notre étude qui consiste à identifier les déterminants de la vitesse de convergence en PIB par tête entre les pays MENA et leurs principaux partenaires commerciaux durant la période (1990-2001) que la dotation en capital humain, la productivité des facteurs, l'ouverture commerciale, la diffusion technologique ... constituent les principaux facteurs de rattrapages en PIB par tête pour les pays MENA.

En s'inspirant du cadre théorique traditionnel de la convergence, nous définissons la vitesse de convergence en PIB par tête à la période t;  $V_t$  par la relation :

Equation2 :

$$\log(PIB_t) - \log(PIB_{t-1}) = V_t [\log PIB_{t-1}^* - \log PIB_{t-1}]$$

Tel que :

$PIB_t$  = PIB par tête du pays appartenant a la région MENA.

$PIB_t^*$  = PIB par tête moyen des pays de l'OCDE qui constituent les principaux partenaires commerciaux à la date t.

$V_t$  : Vitesse de convergence en PIB par tête à la date t.

**Tableau7 : Résultats des estimations économétriques :Variable dépendante : vitesse de convergence**

	Equation 1	Equation 2	Equation 3
Constante	-0,026 (-1,43)	0,059 (0,38)	0,09 (0,49)
Log meq/M		0,066 (2,16)***	0,068 (2,15)***
LogDTM		0,001 (0,18)	
LogDTM*CA	0,0002 (1,72)**		
LogPGF			0,003 (0,18)
LogINV <sup>10</sup>			0,00087 (0,13)
Wold X2	2,98	7,59	7,48
Log likelihood	172	174,66	174,6
ProbX2	0,08	0,05	0,05

- les statistiques entre parenthèses sont les T.Student.

- (\*\*\*) coefficient significatif à 1% ; (\*\*) coefficient significatif à 5% ; (\*) coefficient significatif à 10%

D'après le tableau 5, la première équation, montre que la variable LogDTM\*CA, qui mesure la diffusion technologique par le commerce multipliée par la capacité d'absorption, intervient positivement et significativement sur le vitesse de convergence. Pour les équations 2 et 3, la part des importations des équipements par rapport aux importations totales exerce un effet positif et significatif sur la vitesse de convergence. Ce qui reflète que l'accélération des importations a été liée à un effet de relance de la croissance. Une part importante des importations a été utilisée comme facteur de production (les équipements, les inputs intermédiaires...). Nous pouvons conclure que la politique d'ouverture aux importations semble bénéfique et préférable au politique de substitution aux importations. Le développement du commerce constitue un levier de croissance. Les biens importés font l'objet d'imitation et de diffusion technologique (GROSSMAN et HELPMAN (1991).

<sup>10</sup> La variable inv représente la FBCF.

## **V – CONCLUSION :**

Notre étude empirique sur les pays MENA aboutit aux conclusions suivantes :

- ❖ La mise en évidence d'une relation positive entre la diffusion technologique et la croissance des PVD.
- ❖ La diffusion technologique favorise l'accumulation des connaissances nationales.
- ❖ Les stocks du capital humain et de R&D sont essentiels pour assimiler les avantages de la diffusion technologique.
- ❖ La qualité et le volume des technologies importées agissent sur la vitesse de convergence entre les pays.

Par conséquent l'ouverture se présente comme un catalyseur qui se manifeste par les externalités technologiques transmises par le commerce international. L'effet de ces externalités dépend de la capacité du pays d'assimiler et de diffuser ces technologies développées. C'est-à-dire un niveau de capital humain développé, une politique d'éducation et de recherche et de développement et une spécialisation dynamique, ces facteurs constituent les principaux déterminants du rattrapage.

Au delà, les pays MENA doivent bénéficier de leur proximité avec l'Europe pour accroître leurs exportations et attirer les IDE afin d'augmenter leurs capacités créatives et d'améliorer leur vitesse de convergence par rapport aux pays développés. Ainsi la réussite des ZLE nécessite une aide substantielle, la mise en place d'un système institutionnel puissant et un afflux important des IDE .

## **Bibliographies**

- **ARCAND. J.L ET BOULILA. G** (1995) « Croissance endogène et développement : perspectives pour la Tunisie » Documents internes de l'IEQ.
- **BALASSA.B.**(1985) "Export, policy choices and economic growth in developing countries after the 1973 oil shock" journal of development economics (18) .
- **BARRO.R.J.**(1991) "Economic growth in a cross-section of countries" Quarterly journal of economics (106) pp:407-443.
- **BACKER et al (2002)** "does foreign direct investment crowd out domestic entrepreneurship ?"working paper n°14.
- **BARRO.R.J.ET SALA MARTIN .X.**(1995). « Technological diffusion convergence and growth ».nber.working paper.series n°5151.june.
- **BARRO, R.J, LEE, J-W**(2000)"International data on education attainment: updates and implications. CID Working Paper no.42.
- **BAYOUMI.T.; COE.D.T.ET HELPMAN** (1995). "R&D spillovers and global growth" Journal of international economic .n°47.
- **BEN HABIB.J.ET SPIEGEL.M.**(1994). "The role of human capital in economic development". journal of monetary economic.(34).
- **Bernsteïn.j-l.et mohnen.p.**(1998)."INTERNATIONAL R&D SPILLOVERS BETWEEN USA AND JAPANESE R&D INTENSIVES SECTORS". JOURNAL OF INTERNATIONAL ECONOMICS .N°44.
- **BLOMSTROM.ET SJOHOLM.** (1999). "Technology transfert and spillovers: does local participation with multinationals matter?". European review.n°43.
- **BRACONIER,H; EKHOLM,K AND MIDELFART,H**(2001)"does FDI work as a channel for R&D spillovers" working paper n°553.
- **COE.D. et HOFFMAISTER.**(1999). « Are there international R&D spillovers among randomly matched trade partners ? a response to keller". IMF.working paper. 1999.18.
- **COE.D-T.; HELPMAN E. et HOFFMAISTER.A-W.**(1997). "North-South R&D spillovers". The economic Journal. Janvier 1997.
- **COE.D-T.ET HELPMAN E.** (1995). "International R&D spillovers". European Economics Review. Vol.39.Mars .
- **CRESPO,J;MARTIN,C ET VELAZQUEZ, F** (2002)« international technology diffusion through imports and its impact on economic growth »EUROPEAN ECONOMY GROUP
- **EATON. J ET. S. KORTUN** (1996) « Engines of Growth : Domestic and Foreign sources of innovation » NBER Working paper 5207.
- **EDWARDS. S.** (1998) "Openness productivity and growth : What do we really Know ? "The economic journal vol 108 mars pp. 383-398.
- **ETHIER W.** (1982) "National and international returns to scale in the modern theory of international trade "Americain Economic review, (72) pp.382-405.
- **FEENSTRA, R**(2003), advanced International Trade: theory and evidence. Forthcoming,princeton University Press.

- **FONTAGNE. L&GUERIN.L** (1997) “L’ouverture, catalyseur de la croissance” *Economie internationale*, n°71 pp.135-167 paris.
- **GROSSMAN .G. M, E. HELPMAN** (1990) “Trade innovation and growth” *American economic review* vol 80 N°2.
- **HARRISSON. A** (1996) “ Opness and growth : a time serie, cross country analysis for developing countries” *journal of development economics*” vol 48 n°2 PP : 419-447.
- **HOFFLER, A.E.**(2002).”the argumentted solow model and the african growthdebate. *Oxford bulletin of economics and Statistics*642,135-158.
- **KELLER W** (1998) “Are international R&D Spillovers trade related?” *European economic review* n°42.
- **KELLER W** (2000) “ Do trade patterns and technology flows affect productivity growth” *The world bank economic review* vol 14 n°1- PP 17-47.
- **LICHTENBERG et B DE.LAPOTTERIE** (1996) “international R&D Spillovers : a re-examination” *NBER morking papers series* july.
- **LUCAS R** (1990): “Why doesn’t capital flow from rich to poor countries” *American economic review* (80) P 92.
- **MOHNEN.P.** (1998). “International spillovers and economic growth” *Working paper.UNU.Wider* June.
- **PISSARIDES.C.A.**(1997). “Learning by trading and the return to human capital in developing countries”. *The world bank economic review*. Vol. 11.Janvier.
- **RODRIGUEZ,F.,RODRIK D.,**(1999).”Trade policy and economic growth:Askeptic’s guide to the cross-national evidance.” *NBER Working paper 7081.Cambrige.,.*
- **XIAMING.Z.et HENG.F.**(1994). “Foreign technology import and economic growth in developping countries”. *WP. World bank.*
- **YOUNG ,A.** (1991), “learning by Doing and the dynamique effectof international trade” *Quarterly journal of Economics*, Volume106, Issue2 pages369-405.

**Références statistiques :**

- World bank data 2005.
- International trade statistics yearbook United Nations.
- Science and technology indicators OECD 1999.

## **Annexe 1 : Estimation de la fonction de production:**

. xtreg logpibcst logk logl, fe



	(b) re	(B) fe	(b-B) Difference	$\sqrt{\text{diag}(V_b - V_B)}$ S.E.
logk	.3495219	.2665292	.0829927	.018165
logl	.5618894	.6712554	-.109366	.0180422

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg  
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\begin{aligned} \chi^2(2) &= (b-B)'[(V_b - V_B)^{-1}](b-B) \\ &= 37.28 \\ \text{Prob} > \chi^2 &= 0.0000 \end{aligned}$$

## Annexe 2: liste des pays MENA:

- 1- TUNISIE
- 2- ALGERIE
- 3- EGYPTE
- 4- MAROC
- 5- ARABIE SAOUDITE
- 6- YAMEN
- 7- ISRAEL
- 8- OMAN
- 9- KUWAIT
- 10- JORDAN
- 11- SYRIE
- 12- TURKIE
- 13- IRAN

## Annexe 3: liste des régressions économétriques:

**xtgls pvite DTM ca x\_pib m\_pib, panels(iid) corr(independent) tolerance(1e-6) iterate(100)**

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: homoskedastic

Correlation: no autocorrelation

Estimated covariances = 1      Number of obs = 156  
 Estimated autocorrelations = 0      Number of groups = 13  
 Estimated coefficients = 5      Time periods = 12  
                                  Wald chi2(4) = 147.80  
 Log likelihood = -167.4592      Prob > chi2 = 0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
pvite						
DTM	.0000862	.0000145	5.95	0.000	.0000578	.0001145
ca	.0282596	.0056816	4.97	0.000	.0171238	.0393954
x_pib	.0408423	.0058466	6.99	0.000	.0293831	.0523014
m_pib	-.001835	.0041787	-0.44	0.661	-.0100251	.0063552
_cons	5.290768	.4087989	12.94	0.000	4.489537	6.091999

**. xtgls pvite DTY ca x\_pib m\_pib, panels(iid) corr(independent) tolerance(1e-6) iterate(100)**

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: homoskedastic

Correlation: no autocorrelation

Estimated covariances = 1      Number of obs = 156  
 Estimated autocorrelations = 0      Number of groups = 13  
 Estimated coefficients = 5      Time periods = 12  
                                  Wald chi2(4) = 110.96  
 Log likelihood = -177.5427      Prob > chi2 = 0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
pvite						
DTY	.0002451	.0000703	3.49	0.000	.0001073	.0003828
ca	.0345235	.0059584	5.79	0.000	.0228453	.0462017
x_pib	.0386237	.0062219	6.21	0.000	.0264291	.0508183
m_pib	-.0055682	.004376	-1.27	0.203	-.014145	.0030085
_cons	5.203643	.4365699	11.92	0.000	4.347981	6.059304

**. xtgls pvite DTY ca trade\_pib, panels(iid) corr(independent) tolerance(1e-6) iterate(100)**

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: homoskedastic

Correlation: no autocorrelation

Estimated covariances = 1      Number of obs = 156  
 Estimated autocorrelations = 0      Number of groups = 13  
 Estimated coefficients = 4      Time periods = 12  
                                  Wald chi2(3) = 77.01  
 Log likelihood = -188.1534      Prob > chi2 = 0.0000

pvite	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
DTY	.0002372	.0000752	3.15	0.002	.0000898	.0003847
ca	.0352421	.0063757	5.53	0.000	.022746	.0477383
trade_pib	.0114962	.002695	4.27	0.000	.0062141	.0167784
_cons	5.436997	.4643515	11.71	0.000	4.526884	6.347109

**. xtgls pgf1 DTY ca trade\_pib, panels(iid) corr(independent) tolerance(1e-6) iterate(100)**

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: homoskedastic

Correlation: no autocorrelation

Estimated covariances = 1      Number of obs = 156  
 Estimated autocorrelations = 0      Number of groups = 13  
 Estimated coefficients = 4      Time periods = 12  
                                  Wald chi2(3) = 51.41  
 Log likelihood = -132.7557      Prob > chi2 = 0.0000

pgf1	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
DTY	.0001366	.0000527	2.59	0.010	.0000332	.0002399
ca	.019254	.00447	4.31	0.000	.010493	.028015
trade_pib	.0073273	.0018895	3.88	0.000	.003624	.0110306
_cons	-.3982245	.325554	-1.22	0.221	-1.036299	.2398497

**. xtglm pgf DTM ca trade\_pib, panels(iid) corr(independent) tolerance(1e-6) iterate(100)**

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: homoskedastic

Correlation: no autocorrelation

Estimated covariances = 1      Number of obs = 156  
 Estimated autocorrelations = 0      Number of groups = 13  
 Estimated coefficients = 4      Time periods = 12  
                                  Wald chi2(3) = 74.35  
 Log likelihood = -124.5733      Prob > chi2 = 0.0000

pgf	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
DTM	.0000547	.000011	4.97	0.000	.0000331	.0000763
ca	.0146383	.0043158	3.39	0.001	.0061795	.0230971
trade_pib	.0094919	.0018653	5.09	0.000	.0058359	.0131478
_cons	-.3335743	.3084182	-1.08	0.279	-.9380628	.2709142

**. xtglm pgf DTM ca m\_pib x\_pib, panels(iid) corr(independent) tolerance(1e-6) iterate(100)**

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: homoskedastic

Correlation: no autocorrelation

Estimated covariances = 1      Number of obs = 156  
 Estimated autocorrelations = 0      Number of groups = 13  
 Estimated coefficients = 5      Time periods = 12  
                                  Wald chi2(4) = 121.01  
 Log likelihood = -110.1853      Prob > chi2 = 0.0000

pgf	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
DTM	.0000539	.00001	5.37	0.000	.0000342	.0000735
ca	.0144251	.0039357	3.67	0.000	.0067112	.022139
m_pib	-.0036745	.0028947	-1.27	0.204	-.0093479	.0019989
x_pib	.0301536	.00405	7.45	0.000	.0222157	.0380915
_cons	-.5193563	.2831802	-1.83	0.067	-1.074379	.0356666

**. xtglm pgf DTY ca m\_pib x\_pib, panels(iid) corr(independent) tolerance(1e-6) iterate(100)**

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: homoskedastic

Correlation: no autocorrelation

Estimated covariances = 1      Number of obs = 156  
 Estimated autocorrelations = 0      Number of groups = 13  
 Estimated coefficients = 5      Time periods = 12  
                                  Wald chi2(4) = 90.89  
 Log likelihood = -119.1624      Prob > chi2 = 0.0000

pgf	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
DTY	.0001427	.0000483	2.95	0.003	.000048	.0002375
ca	.018689	.0040983	4.56	0.000	.0106566	.0267215
m_pib	-.0060885	.0030099	-2.02	0.043	-.0119877	-.0001893
x_pib	.0286545	.0042795	6.70	0.000	.0202668	.0370421
_cons	-.5816832	.30028	-1.94	0.053	-1.170221	.0068548

**. xtglm pgf ca DTM\*CA, panels(iid) corr(independent) tolerance(1e-6) iterate(100)**

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: homoskedastic

Correlation: no autocorrelation

Estimated covariances = 1      Number of obs = 156  
 Estimated autocorrelations = 0      Number of groups = 13  
 Estimated coefficients = 3      Time periods = 12  
                                  Wald chi2(2) = 35.88  
 Log likelihood = -138.8248      Prob > chi2 = 0.0000

pgf	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ca	.0138493	.0062208	2.23	0.026	.0016568	.0260419
DTM*CA	.0027982	.0012673	2.21	0.027	.0003143	.005282
_cons	.2296204	.3358515	0.68	0.494	-.4286365	.8878773

**. xtglm logpibtete ca DTM\*CA, panels(iid) corr(independent) tolerance(1e-6) iterate(100)**

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: homoskedastic

Correlation: no autocorrelation

Estimated covariances = 1      Number of obs = 156  
 Estimated autocorrelations = 0      Number of groups = 13  
 Estimated coefficients = 3      Time periods = 12

Wald chi2(2) = 57.35  
 Log likelihood = -211.0855      Prob > chi2 = 0.0000

logpibtete	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ca	.0317276	.0098859	3.21	0.001	.0123517	.0511036
DTM*CA	.0048081	.0020139	2.39	0.017	.0008608	.0087554
_cons	4.923576	.533724	9.22	0.000	3.877496	5.969655

**. xtglm pvite ca DTM\*CA, panels(iid) corr(independent) tolerance(1e-6) iterate(100)**

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: homoskedastic

Correlation: no autocorrelation

Estimated covariances = 1      Number of obs = 156  
 Estimated autocorrelations = 0      Number of groups = 13  
 Estimated coefficients = 3      Time periods = 12

Wald chi2(2) = 54.22  
 Log likelihood = -196.1794      Prob > chi2 = 0.0000

pvite	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ca	.0279754	.008985	3.11	0.002	.0103652	.0455857
DTM*CA	.0042626	.0018304	2.33	0.020	.000675	.0078501
_cons	6.37657	.4850865	13.15	0.000	5.425818	7.327322

