



Munich Personal RePEc Archive

**The attractiveness of foreign direct
investments Case of the Moroccan
manufacturing industry**

BIJOU, MOHAMMED and ELHASSOUNI, MOHAMMED

Université Mohammed V, Université Mohammed V

2016

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/75815/>
MPRA Paper No. 75815, posted 26 Dec 2016 23:08 UTC

L'attractivité des investissements directs étrangers

Cas de l'industrie manufacturière marocaine

BIJOU MOHAMMED et ELHASSOUNI MOHAMMED

Résumé

La contribution des implantations étrangères à la croissance économique a poussé le gouvernement marocain à placer l'attraction des investissements directs étrangers parmi les priorités économiques du pays, ce qui a permis le développement des politiques visant la séduction des firmes multinationales. Cette contribution se propose donc d'identifier les principaux déterminants des investissements étrangers. Il s'agit de dégager les nouvelles conditions d'investissements recherchées par les firmes multinationales pour apprécier le territoire marocain, et ensuite d'évaluer à l'aide d'un modèle économétrique en données de panel l'importance des différentes variables macroéconomiques pouvant expliquer les flux d'entrée d'IDE dans l'industrie manufacturière au Maroc, et de dégager les principaux facteurs sur lesquels repose l'attractivité.

Nos résultats montrent que les variables, la disponibilité du facteur travail, l'importance des coûts et de la qualité de la main-d'œuvre, la taille du marché, ainsi que l'ouverture commerciale, sont les facteurs les plus significatifs de l'attractivité des entreprises industrielles. Nous montrons aussi que la densité industrielle attire l'implantation de nouveaux investisseurs, Et que le Maroc, est devenu une plate-forme industrielle attractive pour les exportateurs étrangers.

Summary

The contribution of foreign subsidiaries to economic growth prompted the Moroccan government to place the attraction of foreign direct investment as one of the economic priorities of the country, which has led to the development of policies aiming to attract multinationals. This thesis therefore proposes to identify the key determinants of foreign investment. It is to identify new investment conditions sought by multinational firms to appreciate the Moroccan territory, and then evaluate using an econometric panel data model the importance of different macroeconomic variables explaining the inflow of FDI in the manufacturing sector in Moroccan flows, and to identify the main factors underpinning the appeal.

Our results show that variables such as availability of labor factor, high cost and quality of labor, market size, as well as trade opening, are the most significant factors appealing to industrial companies. We also show that the industrial density attracts the implementation of new investors, and that Morocco has become an attractive industrial platform to foreign exporters.

Table des matières

INTRODUCTION	2
PREMIER CHAPITRE : REVUE DE LA LITTÉRATURE	5
1. REVUE DE LA LITTÉRATURE THÉORIQUE	5
1.1. DÉFINITION DES INVESTISSEMENTS DIRECTS ÉTRANGERS.....	5
1.2. LES DÉTERMINANTS DES IDE	6
A- L'exploitation d'un avantage spécifique.....	7
B- L'approche éclectique de J.H.DUNNING	8
C- L'approche synthétique de J.L.MUCCHIELLI	9
DEUXIÈME CHAPITRE : LES IDE MANUFACTURIERS AU MAROC.....	17
1. L'ÉVOLUTION DES FLUX DES INVESTISSEMENTS DIRECTS ÉTRANGERS :.....	19
2. LES PRINCIPALES TENDANCES DES I.D.E INDUSTRIELS MANUFACTURIERS.....	22
2.1. <i>L'évolution des I.D.E manufacturier et la croissance de degré de contrôle étranger dans les E.A.P.E</i> 22	
A. La progression des IDE en nombre d'EAPE et en termes de capital social étranger	22
B. La croissance du degré de contrôle étranger dans les E.A.P.E	24
2.2. ANALYSE PAR ACTIVITÉ INDUSTRIELLE.....	24
TROISIÈME CHAPITRE : ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE EN DONNÉE DE PANEL	29
1. SPÉCIFICATION DU MODÈLE ET PRÉSENTATION DES VARIABLES	30
1.1. <i>Sources des données</i>	30
1.2. <i>Spécification du modèle</i>	31
1.3. <i>Description des variables et signes attendus</i>	32
• Variable à expliquer	32
• Variables explicatives	32
2. ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE ET RÉSULTATS DES ESTIMATIONS	35
A. Modèle de base.....	37
A. Modèle en prenant compte de la taille du marché	40
CONCLUSION	42
BIBLIOGRAPHIE.....	45

Introduction

Avec la globalisation de l'économie, L'investissement direct étranger (IDE) est devenu un important élément de liaison économique internationale. Il constitue, au côté des échanges commerciaux, un vecteur d'intégration dans l'économie mondiale.

En, effet l'investissement direct étranger (IDE) est bénéfique pour les pays d'origine et d'accueil et fait partie intégrante d'un système économique international ouvert et efficace et constitue l'un des principaux catalyseurs du développement. Les avantages qu'il procure ne se manifestent cependant pas de manière automatique et ne se répartissent pas équitablement entre les pays et les secteurs.

Les politiques nationales et le cadre international de l'investissement jouent un rôle déterminant pour attirer des IDE vers un plus grand nombre de pays en développement et pour que ces investissements aient le maximum d'effet positifs sur le développement. C'est essentiellement aux pays d'accueil qu'il incombe de mettre en place des conditions générales, transparentes et favorables à l'investissement et de renforcer les capacités humaines et institutionnels nécessaires pour les exploiter.

Cependant, L'analyse des déterminants des IDE nécessite au préalable l'étude du comportement des Entreprises à investissement étranger. En effet, l'investissement direct étranger est inséparable de l'entreprise qui le réalise. Et les déterminants des IDE se défont d'un pays à un autre ou d'un secteur à un autre selon le type de comportement des firmes.

Les investisseurs étrangers implantent des unités de production dans un pays d'accueil pour bénéficier d'un certain nombre d'avantages leur permettant de réaliser une rentabilité élevée.

L'implantation dans un pays hôte peut avoir pour objectif la diminution des coûts liés à la circulation des biens produits dans un pays et exporter dans un autre. Ce comportement offre plusieurs autres avantages. Il permet à l'unité de production installée sur place pour desservir le marché hôte d'économiser les frais de transports, d'assurance, de stockage dans le port, de détourner les barrières douanières et non douanières, de réduire le risque et les délais de livraison, d'exploiter les avantages octroyés par les pouvoirs publics en matière fiscale, d'énergie ; de terrains industrielles, etc. Ce comportement relève d'une stratégie dite de pénétration de marché (stratégie horizontale).

Elle peut aussi viser la réduction des coûts de production par l'emploi d'une main d'œuvre docile et bon marché, par l'utilisation des matières premières ou semi-ouvrées disponible et moins coûteuse pour la conquête des marchés extérieurs. L'unité implantée, également, de tous les autres avantages offerts par le pays d'accueil. Dans ce cas, l'installation d'une firme cherche d'exploiter des disparités des coûts à l'échelle internationale. Ce comportement est appelé stratégie d'implantation pour la conquête du marché mondiale (Stratégie verticale).

Le Maroc offre aux entreprises étrangères divers avantages exploitables. Certains sont relativement permanents (durables dans le temps) tels ces conditions climatiques, La fertilité et la diversité de son sol, La richesse de son sous-sol, l'abondance de ses ressources

halieutiques, sa proximité du vaste marché européen, etc. D'autres sont plutôt évolutifs parce qu'ils sont construits par les politiques économiques adoptées. Ils varient avec les changements qui touchent les politiques industrielles et commerciales.

La politique d'incitation vise à exercer une influence sur les investisseurs en général et étrangers en particuliers par l'offre des conditions favorables à la fructification des capitaux. Les stratégies des investisseurs étrangers au Maroc ne sont pas non plus immuables. Elles évoluent avec le temps en fonction de l'environnement économique international, des perspectives d'avenir du pays d'accueil et de l'évolution des avantages octroyés.

Depuis l'indépendance, la politique économique marocaine a connu deux tendances majeures correspondant à deux moments forts de son histoire. Et les investissements étrangers, qui se sont implantés au Maroc, ont poursuivi deux grands types de stratégies en liaison avec ces deux grandes tendances.

A la première tendance orientée vers l'encouragement de la production industrielle locale en substitution aux importations massives a correspondu un comportement des investissements directs étrangers dominés par la stratégie de pénétration du marché national.

La deuxième tendance axée sur la promotion des exportations s'est accompagnée d'une montée de la stratégie de minimisation des coûts et d'orientation de la production à l'exportation.

Il convient donc d'expliquer pourquoi et sous quelle forme les firmes multinationales se dirigent de plus en plus vers les pays en voie de développement et dans quelle mesure les déterminants principaux de l'implantation à l'étranger (définis par Dunning, 1981 et par Mucchielli, 1998) jouent en faveur de l'attractivité des firmes multinationales.

Dans cet esprit, il est intéressant d'étudier un pays comme le Maroc qui a un marché local en forte croissance mais qui est relativement limité et qui bénéficie d'un accès préférentiel aux marchés de l'Union européenne.

En effet, les relations du Maroc avec l'Union européenne, sa proximité géographique, et ses différents accords de libre-échange sont autant de facteurs de nature à renforcer son attractivité vis-à-vis des investisseurs étrangers.

L'objet de notre travail sera donc d'évaluer l'attractivité du Maroc pour le capital étranger et plus précisément pour les IDE manufacturiers en testant la pénétration effective du capital social étranger dans l'industrie manufacturière marocaine en prenant en compte des interactions entre les entreprises étrangères et les entreprises nationales.

Ce qui nous a conduit à poser la question de départ suivante : « Comment peut-on mettre en exergue la question d'attractivité, en tenant compte des facteurs qui affectent le choix des multinationales dans le secteur manufacturier pour venir s'installer au Maroc ? »

Nous pouvons ainsi en déduire un ensemble de questions auxquelles notre travail apportera une réponse :

Quelles sont les caractéristiques spécifiques qui font du Maroc une destination privilégiée pour les FMN et lui permettant d'attirer des activités en délocalisation ?

Pourquoi et sous quelle forme les firmes multinationales se dirigent de plus en plus vers les industries manufacturières et dans quelle mesure les déterminants principaux de l'implantation à l'étranger jouent en faveur de l'attractivité des firmes multinationales ?

Afin de répondre aux questions posées ; nous questionnerons les approches théoriques de la multinationalisation avant d'essayer d'approcher les motifs déterminants de l'implantation de ces firmes au Maroc. Pour cela nous avons scindé notre travail en trois chapitres.

Nous nous proposons de nous pencher sur les fondements théoriques et empiriques de l'attractivité des IDE. C'est donc ce problème d'ordre théorique que nous avons essayé d'envisager dans le premier chapitre

Par la suite (chapitre2), nous allons présenter les principales caractéristiques du secteur Manufacturier Marocain.

Enfin, un troisième chapitre sera consacré à une application de la littérature théorique et empirique dans le cadre de secteur manufacturier marocain. Sur la base des données agrégées et sectorielles qui proviennent des enquêtes annuelles du Ministère de l'Industrie, du Commerce et des Nouvelles Technologies de l'industrie(MCINT), ainsi pour le besoin de cette étude nous avons fait appel à quelques données macroéconomiques qui proviennent de site de la Banque Mondiale. Nous dégagerons à travers une modélisation en données de panel les facteurs explicatifs des IDE manufacturiers en testant la pénétration effective du capital social étranger dans l'industrie manufacturière marocaine en prenant en compte des interactions entre les entreprises étrangères et les entreprises nationales.

Premier Chapitre : Revue de la littérature

1. Revue de la littérature théorique

1.1. Définition des investissements directs étrangers

Les définitions des principaux concepts sont celles retenues par l'OCDE. Cette organisation internationale recommande, en effet, la définition suivante de l'entreprise d'investissement direct étranger :

Une entreprise ayant ou non la personnalité morale, dans laquelle un investisseur étranger détient au moins 10 % des actions ordinaires ou des droits de vote.

Le critère numérique de détention de 10 % des actions ordinaires ou des droits de vote détermine l'existence d'une relation d'investissement direct. Un pouvoir de décision effectif dans la gestion, correspondant à une participation d'au moins 10%, signifie que l'investisseur direct est en mesure d'influer sur la gestion d'une entreprise ou d'y participer ; il ne requiert pas nécessairement un contrôle absolu par l'étranger¹.

Au terme de cette définition, il suffit à un investisseur étranger de détenir 10% des actions ordinaires ou des droits de vote dans une entreprise industrielle pour qu'il puisse y exercer un contrôle effectif et de participer de manière active à sa gestion. Ce critère numérique, seuil qui confère un pouvoir de contrôle et de gestion, est un facteur de distinction entre l'investissement direct et les investissements des portefeuilles purement financiers. Cette définition et cette distinction seront retenues dans le cadre de notre mémoire.

L'OCDE définit, aussi, le concept d'investissement direct international comme suit :

Traduit l'objectif d'une entité résidant dans une économie-investisseur direct- d'acquérir un intérêt durable dans une entité résidant dans économie autre que celle de l'investisseur-entreprise d'investissement direct. La notion d'intérêt durable implique l'existence d'une relation à long terme entre l'investisseur direct et l'entreprise et l'exerce d'une influence notable sur la gestion de l'entreprise. L'investissement direct comprend à la fois les opérations initiales entre les deux entités et toutes les transactions ultérieures en capital entre elles et les entreprises affiliées, qu'elles soient ou non constituées en société.²

¹MANUEL DE L'OCDE SUR LES INDICATEURS DE LA MONDIALISATION ECONOMIQUE ; OCDE 2005 ; P51

²MANUEL DE L'OCDE SUR LES INDICATEURS DE LA MONDIALISATION ECONOMIQUE ; OCDE 2005 ; P51

Cette définition appelle deux précisions importantes. La première est liée à la part détenue par un étranger dans le capital social d'une entité pour que celui-ci puisse exercer un pouvoir de contrôle et de gestion à long terme. Puisque la définition parle d'une entreprise à participation étrangère, le seuil retenu est alors 10 % des actions ou des droits de vote. La deuxième a trait aux transferts en capital. Certains transferts ne sont pas des IDE et certains investissements sans transfert international de capital sont des IDE. En effet, le rapatriement des bénéfices (dividendes) ne peut pas être assimilé à un IDE sortant. Il ne s'agit pas d'un investissement mais d'une répartition des bénéfices qui pourra être utilisée à des fins diverses. En plus, les IDE ne se limitent pas aux importations nettes d'actifs au profit de l'EAPE. Par exemple, une part des IDE peut avoir comme origine un réinvestissement des bénéfices générer par les EAPE.

1.2. Les déterminants des IDE

La recherche des différents déterminants en tant que variables explicatives de localisation des unités émettrices d'investissement étranger a fait l'objet de nombreux travaux théoriques.

Eu égard aux théories de multinationalisation des firmes, différents travaux fournissent des explications qui permettent d'identifier les facteurs qui poussent un investisseur étranger à choisir le pays d'implantation.

Les analyses théoriques sur la multinationalisation des firmes sont récentes, leur début date de la fin des années cinquante. Les premières analyses mettent l'accent sur les structures de concurrence imparfaites et les oligopoles. Mais, progressivement, les déterminants liés à l'organisation de la firme vont se développer.

Les approches qui expliquent le comportement de délocalisation d'une unité de production peuvent être réunies en trois groupes.

Le premier développe l'idée de la recherche du maintien ou du développement des parts du marché menacées par des concurrents par la détention d'un avantage spécifique.

Le deuxième considère trois niveaux d'analyse : la firme, le secteur et la nation ; et associe un avantage propre à chacun d'eux. C'est la théorie dite éclectique.

Et Le troisième groupe fonde l'I.D.E sur plusieurs critères situés au niveau de la firme, du secteur (ou l'industrie) et de la nation et sur deux types d'avantage. Les avantages comparatifs de la nation et les avantages compétitifs des firmes et de l'industrie constituent deux piliers de la théorie appelée synthétique.



A- L'exploitation d'un avantage spécifique

L'avantage spécifique est défini comme tout ce qui permet à la firme de diminuer ses coûts de production ou d'augmenter son prix de vente. L'innovation, la technologie, la méthode de gestion et d'organisation, la capacité de différenciation des produits etc., constituent des éléments qui procurent des avantages à l'entreprise.

Les versions de la multinationalisation basée sur l'existence d'un avantage spécifique sont multiples.

S. Hymer (1960), est le premier théoricien à s'intéresser à l'IDE et à expliquer ce dernier par la nécessité pour la firme de posséder un avantage spécifique lui offrant un pouvoir de monopole sur ses concurrents. Pour Hymer les avantages spécifiques détenus par la firme doivent être transférables à l'échelle internationale et être capables de compenser les coûts engendrés par l'implantation de l'unité de production.

R.Vernon (1966) a proposé l'idée que le produit passe par un cycle de vie en trois phases déterminé par l'évolution de la demande de l'innovation. Il applique cette théorie au développement des firmes multinationales américaines.

Au départ, le nouveau bien créé et lancé sur le marché américain jouit d'une demande qui croît rapidement. La firme tirant avantage de son pouvoir monopolistique, bénéficie des prix élevés permis par le haut niveau de vie des américains et réalise des profits importants. Mais, vers la fin de cette phase, l'équilibre de marché commence à s'établir. L'offre de bien s'accroît grâce à des capacités de production disponibles. La firme commence à exporter à l'étranger (notamment en Europe) et réalise un profit élevé sur de nouveaux marchés demandeurs. A cette étape, l'exportation se présente comme le mode le plus avantageux de marché de pénétration des marchés extérieurs.

Mais au cours de la deuxième phase, Le marché tend vers l'équilibre, l'avantage s'amenuise par l'apparition de produits concurrents ou de substitution. La firme innovatrice ayant atteint une taille suffisante du marché pour délocaliser sa production. Elle bénéficie des coûts salariaux moins élevés (en Europe), réduit les coûts de transport et de droit de douane et évite le risque de son élimination du marché par les producteurs concurrents.

Lors de la troisième phase, le produit fabriqué est banalisé, sa production n'exige plus une technologie performante et les parts de marchés se stabilisent. La concurrence par la baisse des prix s'intensifie parce que la demande est stagnante ou en faible situation impose une deuxième délocalisation vers les pays en développement pour réduire les coûts et réimporter les produits dans les grands marchés de la firme.

Pour la théorie de cycle de vie du produit de Vernon, la construction d'un pouvoir de monopole par la firme provient de l'innovation. L'explication de Vernon a réussi à faire connaître l'origine des I.D.E et l'implantation des firmes à l'étranger.

B- L'approche éclectique de J.H.DUNNING

Pour expliquer l'investissement direct étranger, la théorie de J.H.DUNNING associe à chaque niveau d'analyse un avantage propre.

Au niveau de la firme correspond l'avantage à « l'internalisation (I) ». La conquête des parts dans un marché étranger se fait soit par les exportations, l'accord de licence ou par l'internalisation des fonctions ou d'activités implantées dans le marché en question. Cette dernière présente l'avantage d'éviter les imperfections du marché tout en tirant profit de la coordination interne. L'avantage à l'internalisation est, ainsi, multiple. Il permet le contrôle des matières premières, la protection de la qualité des produits fabriqués, la maîtrise des débouchés, la suppression du risque de vol du droit de propriété (dans le sens de droit intellectuel) et la réduction des coûts associés aux transactions sur le marché.

Au niveau du secteur correspond « l'avantage spécifique (Ownership : O) ». Le terme Ownership « avantage spécifique » regroupe les avantages liés à la détention par la firme d'une propriété ou d'une gestion d'une ressource intangible (actif intangible ou incorporel). Ces avantages de type oligopolistique sont par exemple inhérents à des facilités particulières d'accès aux ressources financières, à la détention d'un droit de propriété sur une innovation ou une technologie avancée, à l'existence d'économies d'échelles sur le plan de la logistique, de la commercialisation ou de l'approvisionnement.

Au niveau de la nation correspond l'avantage à « la localisation (L) ». L'avantage à la localisation englobe les éléments intervenant indirectement dans la formation du prix d'un bien. Ceux-ci sont liés aux coûts de la disponibilité des facteurs de production, aux particularités du système institutionnel du pays d'accueil (régime social et fiscal, mesures restrictives aux échanges ou incitatives aux investissements étrangers, réglementation du travail.....) ou à des atouts spécifiques de localisation (qualité des inputs, proximité de l'approvisionnement et des débouchés.....).

Cette formulation conduit J.H.DUNNING à présenter sa théorie sous forme de « paradigme O.L.I » Chaque combinaison d'avantage possédée par la firme offre un mode d'approvisionnement du marché étranger.

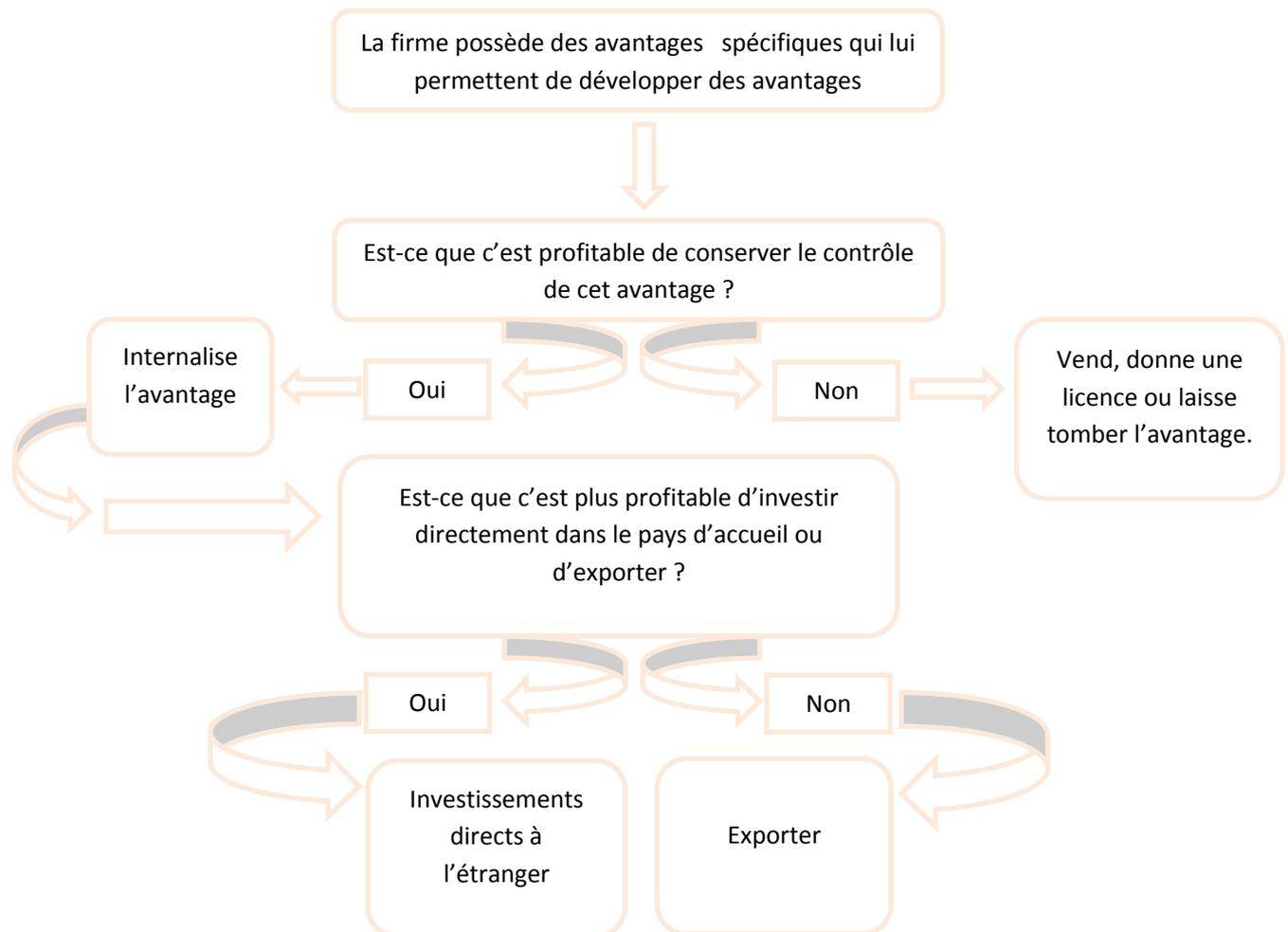
Tableau 1: Les choix de localisation dans le modèle de J. Dunning

Mode de pénétration des marchés	Avantage O	Avantage I	Avantage L
Investissement direct	+	+	+
Exportation	+	+	-
Licence	+	-	-

- Lorsque la firme ne détient que l'avantage spécifique O, elle a intérêt à vendre le brevet.

- Lorsqu'elle dispose de l'avantage spécifique O et de l'avantage à l'internalisation I, elle a intérêt à pénétrer le marché par le biais des exportations.
- Mais si elle maîtrise les trois avantages O L I, elle s'implante à l'étranger.

Figure 1 : Les investissements dans le paradigme OLI³



C- L'approche synthétique de J.L.MUCCHIELLI

L'approche synthétique de J.L.Mucchielli se base sur le comportement de la firme en intégrant dans un cadre d'analyse l'objectif de la pénétration de marché étranger et le but de la délocalisation pour minimiser les coûts de production et réimporter dans le pays d'origines. Cette démarche intègre les trois niveaux d'analyse suivants : la firme, l'industrie et le pays.

Elle distingue, pour cette raison, les concepts d'avantages compétitifs des firmes et d'avantage comparatifs des nations.

³ Source : ÉRIC JASMIN, «Nouvelle économie et firmes multinationales les enjeux théoriques et analytiques : le paradigme éclectique.», Cahiers de recherche – CEIM, (2003).

Dunning, J.H. (1993): « Multinational Enterprises and the Global Economy », Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.

Les avantages spécifiques des firmes rapprochés aux avantages compétitifs ou concurrentielles peuvent avoir deux origines : Ceux qui réduisent les coûts de production et ceux qui permettent la différenciation des produits. Ces avantages sont généralement générés par les avantages initiaux du pays d'origine concernant son niveau technologique global, les qualifications de sa main d'œuvre, la structure concurrentielle de son économie et l'importance de sa demande intérieure.

Les avantages à la localisation sont liés aux avantages comparatifs des pays. Ces derniers comprennent non seulement les coûts comparés entre pays, mais aussi les avantages inhérents à la taille de marché et des dynamiques des demandes nationales et étrangères. La firme doit faire un arbitrage entre les différences d'avantage comparatif d'offre et de demande existant dans le pays d'origine et d'accueil.

La firme offre les produits et demande des facteurs de production pour les fabriquer. Pour demeurer compétitive, elle doit chercher à acquérir ces derniers à un coût faible. Le pays offre les facteurs de production ayant un coût et une productivité déterminés par la dotation factorielle dont il dispose en quantité et en qualité et demande des produits pour satisfaire les consommateurs en quantité et en qualité.

L'approche synthétique introduit, de cette façon, quatre variables : deux pour mesurer l'avantage compétitif et deux pour évaluer l'avantage comparatifs. Les deux premiers concernent les facteurs de production demandés et les produits offerts par la firme. Les deux autres se rapportent aux facteurs de production offerts et aux produits demandés par les pays.

Plus la firme est capable d'offrir un produit de bonne qualité, plus elle dispose d'avantage compétitifs relativement à ses concurrents. Dans le même sens, plus un pays est en mesure de fournir des facteurs de production qualifiés à un faible coût, et/ ou plus le marché dans ce pays est grand, plus ce pays détient des avantages comparatifs importants par rapport aux autres. Chaque variable considérée peut prendre le signe (+) si l'avantage en question est favorable et un signe (-) dans le cas contraire. L'auteur établit une sorte de concordance ou de discordance entre les différents types d'avantages des firmes et des pays pour déterminer le mode de pénétration le plus avantageux.

Tableau 2: Concordance et discordance entre les avantages compétitifs des firmes et les avantages comparatifs des pays⁴

	avantages compétitifs		avantages comparatifs		Mode de pénétration
	Demande de facteurs	Offre de produit	Offre de facteurs	Demande de produit	
1	+	+	-	-	IDE.sortant
2	+	+	-	+	IDE./ReImport
3	+	+	+	-	Export
4	-	-	+	+	IDE.entrant
5	-	-	-	+	Import
6	-	-	+	-	IDE.e/ReExport

⁴ Source :J.L.Mucchielli, «Déterminants de la délocalisation et firmes multinationales. Analyse synthétique et application aux firmes japonaises en Europe.», Revue économique. Volume 43, n 4, 1992. PP. 647-660.

En effet, si la firme arrive à acquérir des facteurs de production à bon marché, à productivité élevée et de meilleure qualification, elle offrira certainement des produits de bonne qualité et à des prix compétitifs. L'avantage au niveau de la demande des facteurs se répercute positivement sur celui de l'offre des biens fabriqués et réciproquement.

Le mode de pénétration par l'IDE intervient dans quatre situations : 1, 2, 4 et 6. Les situations sont symétriques deux à deux selon qu'on considère le pays d'origine ou d'accueil des IDE. Les situations 1 et 4 et puis 2 et 6 sont inversement symétriques.

Dans la situation 1, la firme nationale investit à l'étranger pour exploiter à la fois des facteurs de production moins coûteux et des marchés plus grands pour ses produits. Cette situation explique le comportement des IDE sortant qui vise la pénétration du marché d'un pays étranger.

La situation 4 est symétrique et inverse de la situation 1. La firme étrangère investit dans le pays hôte pour exploiter les mêmes avantages que le cas précédent. Cette situation explique les IDE qui implantent des unités de production dans un pays d'accueil pour pénétrer son marché.

Dans la situation 2, seule l'offre des facteurs est désavantageuse. La firme investit à l'étranger dans le but de rechercher des coûts de production moindres et de réimporter le bien produit dans son pays d'origine.

La situation 6, est symétrique et inverse de la situation 2. La firme étrangère s'implante dans le pays hôte pour tirer l'avantage de l'offre des facteurs et réexporter vers son marché national.

Les autres situations sont soit des situations de commerce international : exportation (cas 3) importation (cas 5).

L'approche synthétique de J.L. Mucchielli est pertinente à plus d'un titre. D'abord, elle a une vision plus large parce qu'elle considère trois niveaux d'analyse : la firme, le secteur et le pays.

Elle est ensuite complète et cohérente car elle intègre dans un même cadre d'analyse presque tous les éléments explicatifs de l'IDE. Elle tient en compte aussi bien des motifs développés par les approches dont l'optique est celle de la pénétration des marchés étrangers (disposer d'un avantage spécifique et réaction oligopolistiques) que de ceux avancés dans l'optique de la délocalisation afin de minimiser de coûts de production et autre coûts pour réexporter vers le pays d'origine ou vers d'autre pays.

1.3. Les stratégies des Investissements Directs Etrangers

Les IDE ont plusieurs stratégies d'implantation, ce qui se traduit, bien évidemment, par des déterminants de localisation différents. Ainsi, on peut distinguer trois stratégies d'investissement des FMN :

- Une stratégie d'accès aux ressources naturelles du sol et du sous-sol ;
- Une stratégie de marché dite « Horizontale »
- Une stratégie de minimisation des coûts ou « Verticale »

Dans la section d'après nous allons expliquer les déterminants des IDE selon les stratégies adaptées.

a) La stratégie d'accès aux ressources

La stratégie d'accès aux ressources naturelles était la première raison d'attraction des IDE. Son évolution et son ampleur étaient déjà existantes dès le XVI^{ème} siècle. Elle n'est pas une caractéristique de l'économie multinationale ou globale puisque elle est apparue avant même l'évolution du concept « Globalisation ».

Dans ce cadre d'analyse les ressources naturelles sont exploitées à l'étranger car, pour des raisons climatologiques ou géologiques qui sont peu abondantes voir inexistantes dans le pays d'origine, ou que le pays disposant de ces ressources naturelles est incapable de les exploiter ou de les commercialiser sans investissement international, tel est le cas pour les exploitations de terrains pétrolier et miniers par exemple. Fondamentalement il s'agit d'exploiter des ressources naturelles à fin de les transformer et de les exporter vers le pays d'origine ou vers le reste du monde, et en faire ainsi une « vache à lait ».

Cet aspect des IDE est le plus simple à comprendre et le plus évident à expliquer. Son déterminant principal est en fait l'existence des ressources naturelles dans le pays hôte. Cependant, ce dernier doit avoir un minimum de caractéristiques économiques et politiques qui lui permettront d'accueillir convenablement les IDE.

b) La stratégie Horizontale

La stratégie Horizontale ou de marché s'applique aux décisions d'investissements à l'étranger qui visent à produire pour le marché local d'implantation. Les investissements sont effectués dans des pays qui ont un niveau de développement équivalent.

La stratégie peut donc être qualifiée d'horizontale car elle concerne les flux d'investissements croisés Nord- Nord qui se développent entre les Etats-Unis, l'Europe et le Japon, c'est à dire au sein de la triade.

Ces investissements horizontaux sont donc basés essentiellement sur la théorie du commerce et de l'investissement intra-branche développé par Krugman (Krugman et Obstfeld 1996) et du modèle Heckscher-Ohlin. Dans cette théorie, le commerce intra industriel joue un rôle particulièrement important et principalement dans le commerce des biens manufacturés entre nations industrielles avancées. En effet, au fil du temps les pays industriels sont devenus de plus en plus semblables dans leur niveau de technologie et leur disponibilité en capital et travail qualifié. Comme les nations commerçantes les plus importantes sont devenues similaires par leurs ressources et leur technologie, on ne trouve généralement plus d'avantages comparatifs clairs pour une industrie. Au fur et à mesure de l'avancement du processus du commerce intra-branche entre les pays développés, les multinationales se sont aperçu qu'il y

aurait éventuellement avantage à investir dans les pays à niveau de développement équivalent, afin de les satisfaire tout en étant à proximité du marché local.

Les IDE horizontaux sont très spécifiques et leur déterminant principal est l'existence d'un marché intérieur porteur. Il implique un engagement durable vis-à-vis du pays hôte. Par ailleurs, l'investisseur est intéressé non seulement par le développement du marché pour son produit particulier, mais aussi par le développement de l'économie du pays hôte en général. Le facteur prépondérant pour la réalisation de ce type d'investissement est l'existence de main d'œuvre qualifiée et d'infrastructure adéquate. Les pays en voie du développement se trouvent, bien évidemment, à la marge de ce type d'investissement.

c) La stratégie verticale

Par opposition à la stratégie horizontale, cette dernière intéresse les flux d'investissements dirigés Nord- Sud exclusivement. Les pays les moins développés n'investissent pas dans les pays de la triade, et on est plus dans un cadre de flux à double sens. Selon la théorie du commerce international, cette stratégie est basée principalement sur le commerce inter-branche. Les différences de dotation en facteurs (capital, travail), et les avantages comparatifs des pays jouent un rôle très important dans l'explication des IDE verticaux. Les filiales de production sont étroitement spécialisées. Le choix de leur localisation visant à faire coïncider leur fonction de production avec les dotations factorielles des pays d'accueils. C'est le cas des entreprises qui cherchent à réduire au minimum leurs coûts de production. Elles profitent, ainsi, des différences de coûts des facteurs, et essentiellement des coûts de main d'œuvre. Elles placent la partie de la chaîne de production qui soit relativement intensive en facteur travail dans les pays où les coûts de main d'œuvre sont relativement faibles. La qualification de cette main d'œuvre a évolué dans le temps.

Avant on cherchait une main d'œuvre non qualifiée à coûts insignifiants. Actuellement les multinationales exigent aussi un certain degré de qualification minimum. Les pays offrant le meilleur rapport qualification/ coûts seront dès lors, les plus convoités. Une fois que nous avons répondu, d'après ce qui précède, aux questions du pourquoi et du comment des IDE, nous allons voir dans ce qui suit, et d'après les études empiriques, les facteurs déterminants des IDE.

Synthèse de la littérature théorique

Notons que les déterminants des IDE dépendent largement de la finalité de l'investissement. Mieux encore, leur part dans l'explication des investissements étrangers varie selon que ces derniers s'orientent vers l'exploitation minière et pétrolière ou vers le marché interne, ou s'intéressent principalement à l'exportation.

Néanmoins, cette distinction entre investissements directs destinés, respectivement, à l'exportation (« la stratégie d'accès aux ressources naturelles du sol et du sous-sol », « la stratégie de minimisation des coûts ou verticale ») et au marché national (la stratégie de marché ou horizontale) tendance à disparaître avec la mondialisation de l'économie, d'autant plus que l'investisseur étranger est appelé à s'intéresser d'avantage aux sites qui permettent une production conforme aux normes internationales de qualité et de prix. C'est d'ailleurs

dans cette optique que l'on constate que les pays qui ont réussi à absorber des flux considérables d'investissement direct (pays d'Asie de l'Est et d'Amérique Latine) sont ceux qui ont pu offrir un climat propice aux exportateurs comme aux producteurs qui visent en premier lieu le marché local.

Ainsi, on peut dire que les avantages comparatifs dont se focalisent les PVD tels que le niveau du cout du travail, l'accès aux matières premières ainsi que les mesures incitatives sont relégués au second plan dans les stratégies d'investissement des firmes multinationales. Ce sont plutôt d'autres facteurs, notamment la stabilité politique et le risque financier, qui semblent influencer sur la décision d'investissement à l'étranger.

Tout le monde s'accorde donc sur l'importance et le rôle que peuvent jouer les IDE dans le développement économique d'un pays grâce à l'amélioration de ses performances et de sa compétitivité internationale.

2. Revue de la littérature empirique

La plupart des modèles théoriques des déterminants des IDE exposé dans la première section ont fait l'objet d'une évaluation empirique dans les pays développés qu'en voie de développement. D'une manière plus générale, les approches théoriques traitant la problématique d'attractivité d'un pays pour les investisseurs étrangers se fonde sur une combinatoire de variables et ne peut pas se résumer à un seul facteur. Les auteurs ont montré que la décision de s'implanter à l'étranger et le choix de localisation d'une entreprise se fondent sur quatre critères :

- La taille du marché de pays d'accueil.
- Le nombre de firmes déjà présentes sur le marché (effet d'agglomération).
- Le cout du travail et du capital dans la région d'accueil, après prise en compte des mesures fiscales incitatives.
- La qualité des infrastructures publiques et du capital humain.

La littérature sur les déterminants des IDE et surtout sur les IDE manufacturiers a été très abondante ces dernières années. Parmi ces travaux nous pouvons citer EL Issaoui.K (2008) qui a mené une étude en donnée de panel sur la base de données sectorielle agrégée. L'auteur étudie les déterminants de la décision d'implantation des entreprises étrangères au sein des industries manufacturières marocaines sur la période 1990 à 2004. Elle met en évidence l'existence d'un effet de concurrence entre les entreprises à participation étrangère (EAPE) et les entreprises marocaines (EM) et souligne l'importance des coûts et de la qualité de la main-d'œuvre. Elle montre aussi que la densité industrielle attire l'implantation de nouveaux investisseurs. Enfin, confirme que le Maroc est une plate-forme attractive pour les exportateurs étrangers.

Ainsi, Slim DRISS(2007) a évalué à l'aide d'un modèle économétrique en données de panel l'importance de différentes variables macroéconomiques pouvant expliquer les flux d'entrée d'IDE dans l'industrie manufacturière en Tunisie. L'auteur montre que la distance

géographique et les différences, entre les pays investisseurs et la Tunisie, en termes de taille des marchés et de dotations factorielles, ainsi que la disponibilité du facteur travail sont les facteurs les plus significatifs de l'attractivité de l'économie tunisienne.

En effet, plusieurs études empiriques, le plus souvent sur données relatives aux pays en développement, ont tenté de valider les modèles théoriques. K. Sekkat et M. Véganzonès-Varoudakis (2004) ont évalué à l'aide d'un modèle économétrique en données de panel sur un échantillon de 72 pays en développement, durant les années 1990. Ces derniers se sont focalisés sur les déterminants liés à l'importance de climat d'investissement. Les auteurs ont montré que les réformes qui portent sur la libéralisation du commerce et du taux de change exprimées par le coefficient de Sachs- Warner ainsi que le climat d'investissement (politique et économique) sont les facteurs déterminants de l'attractivité des IDE. Selon leurs conclusions, certains pays de la région MENA (Algérie, Syrie, Egypte et l'Iran) souffrent d'un manque d'attractivité lié principalement au retard des réformes et à la déficience de l'environnement politique et des conditions économiques. En outre, ils expliquent que, malgré les innombrables réformes adoptées, particulièrement en Jordanie et au Maroc, ces pays demeurent tout de même moins performants comparativement aux pays de l'Asie de l'Est en matière d'attractivité des IDE.

Dans le tableau ci-dessus, nous avons essayé d'une part de faire une synthèse des méthodologies adoptées par les différentes études empirique sur les déterminants de localisations des IDE, et d'autre part de faire un bilan des résultats de ces études.

Auteurs	Echantillon et période	Variable à expliquer	Variables explicatives	Méthodologie	Résultats
Khadija ELISSAO UI (2008)	Elle utilise des données sur 20 industries manufacturières du Maroc pour la période allant de 1990 à 2004.	Le stock relatif d'IDE qui égale au rapport entre le capital social étranger et le capital social total.	La productivité apparente du travail. Le capital humain. Le salaire moyen. La densité industrielle. Le taux d'ouverture.	Elle essaye de trouver les déterminants des décisions de localisation des entreprises manufacturières, en mettant l'accent sur les interactions entre les EAPE et EM. Elle utilise les méthodes d'estimation des données en panel.	l'importance des coûts et de la qualité de la main-d'œuvre. La densité industrielle attire l'implantation de nouveaux investisseurs. le Maroc est une plateforme attractive pour les exportateurs étrangers.
Slim Driss (2007)	Les données utilisées pour l'estimation du modèle portent sur la période allant de 1998 jusqu'à 2005 et concernent les 18 pays potentiellement investisseurs dans le secteur industriel en Tunisie.	Le flux d'entrée d'IDE du pays investisseur en Tunisie.	-La taille de la population du pays investisseur et celui de la Tunisie (taille des marchés). -Le nombre d'entreprises locales et étrangères. -La distance géographique entre le pays investisseur et la Tunisie.	IL essaye de trouver les déterminants des décisions de localisation des entreprises des 18 pays potentiellement investisseurs dans le secteur industriel en Tunisie, en utilisant la méthode d'estimation des données en panel.	Les résultats montrent que la distance géographique et les différences, entre les pays investisseurs et la Tunisie, en termes de taille des marchés et de dotations factorielles, ainsi que la disponibilité du facteur travail sont les facteurs les plus significatifs de

			<p>-La différence en termes de produit intérieur brut (PIB) entre le pays investisseur et le pays hôte. (la différence en termes de taille de marché).</p> <p>-La population en situation de chômage en Tunisie « la disponibilité du facteur travail dans le pays hôte ».</p>		l'attractivité de l'économie tunisiennes.
Jamal Bouoiyour (2007).	Les données utilisées pour l'estimation du modèle portent sur la période allant de 1960 jusqu'à 2000 pour le cas du Maroc.	Le flux d'entrée d'IDE.	<p>-PIB réelle (la taille du marché)</p> <p>-Coût du travail unitaire (COST).</p> <p>-(capital humain) exprimé par le taux de scolarisation dans le secondaire.</p> <p>- taux d'investissement sur le PIB) Dynamisme de l'économie marocaine.</p> <p>- Infrastructure</p> <p>-Ratio d'exp/PIB.</p> <p>-Ratio d'imp. /PIB.</p> <p>-Taux de change réels avec les partenaires commerciaux (la compétitivité)</p>	Il essaye de trouver les déterminants des IDE au Maroc en utilisant la Méthode de régression de (MCO) sur des données temporelles.	<p>Les résultats montrent qu'une augmentation de l'IDE est équivalente à l'augmentation des exportations et des importations</p> <p>L'auteur confirme la prédominance d'IDE de type verticale, il confirme ainsi une complémentarité entre les IDE et le commerce extérieur. Cependant, l'auteur conclut que le Maroc est un tremplin pour les investisseurs étrangers à la réexportation.</p> <p>Enfin, une part importante des IDE est expliquée par la taille du marché.</p>
Khalid Sekkat (2012)	L'étude est réalisée sur un panel de 17 pays méditerranéens et pour une période allant de 1985 à 2009.	Le rapport entre les flux entrants des IDE et le PIB.	<p>-PIB par habitant.</p> <p>-Croissance de PIB.</p> <p>-L'ouverture.</p> <p>-Qualité de gouvernance.</p> <p>-Education.</p> <p>-infrastructure.</p>	L'auteur examine l'évolution et les déterminants des exportations de produits manufacturiers et de l'IDE ainsi que les perspectives de leur évolution dans divers scénarios relatifs à l'évolution des facteurs déterminants en utilisant les méthodes d'estimation des données en panel.	L'auteur a confirmé le rôle de la dépréciation du taux de change, l'ouverture de l'économie, de la qualité de l'établissement et de l'infrastructure pour favoriser les exportations des produits manufacturiers et les entrées d'IDE dans la région.

Les résultats des études économétrique montrent que:

- L'accès aux marchés est un facteur important du choix de localisation. Une grande taille du marché est nécessaire pour une utilisation efficiente des ressources et l'exploitation des économies d'échelle ; lorsque la taille du marché atteint une certaine valeur critique, l'attractivité des IDE s'accroît.
- Les coûts salariaux du pays d'accueil sont supposés avoir un impact négatif sur l'implantation étrangère : Lorsqu'une décision de localisation doit être prise, les coûts du travail sont, parmi les coûts de production, les premiers à être examinés. Les coûts associés à la main-d'œuvre ne se limitent pas aux différences de coûts salariaux unitaires. Les réglementations du marché du travail (conditions de recours aux heures supplémentaires, règles d'embauche et de licenciement...) jouent aussi.
- Les infrastructures au sens large (équipements en réseau routier, en téléphone...) parce qu'elles facilitent la réalisation des opérations de production et de distribution, sont censées avoir un impact positif sur la localisation de l'activité dans le pays.
- L'existence d'une spécialisation sectorielle du pays d'accueil est supposée exercer un impact positif sur l'implantation des firmes étrangères dans le pays. Par exemple, les entreprises du secteur performant bénéficieront, en se localisant dans le pays, d'externalités positives. De même, les entreprises d'autres secteurs tireront profit de l'agglomération dans un pays donné.

Deuxième chapitre : Les IDE manufacturiers au Maroc

Le Maroc offre aux entreprises étrangères divers avantages exploitables. Certains permanents (durables dans le temps) tels que ces conditions climatiques, la fertilité et la diversité de son sol, la richesse de son sous-sol, l'abondance de ses ressources sont plutôt évolutifs parce qu'ils sont construits par les politiques économiques adoptées. Ils varient avec les changements qui touchent les politiques industrielle et commerciale.

Depuis l'indépendance, la politique économique marocaine a connu deux tendances majeures correspondant à deux moments forts de son histoire. Et les investissements étrangers, qui se sont implantés au Maroc.

Avant la fin des années 70, les investisseurs étrangers intervenaient au Maroc pour y installer des unités de production pour satisfaire les besoins du marché national. Cette stratégie devait profiter de la politique de protection du marché domestique et du système d'encouragement des industries de substitution des importations. Le noyau dur dynamique relevant de cette stratégie a ainsi été créé avant 1979.

Depuis le début des années 80, les investisseurs étrangers s'intéressent plus aux avantages comparatifs dont dispose le pays et s'alignent sur la nouvelle politique économique nationale. Ils accroissent de manière importante les capacités de production et privilégient certaines branches industrielles pour des raisons liées aux avantages comparatifs du pays et aux

avantages spécifiques et opportunités offertes par les activités de prédilection. Cette montée s'effectue, essentiellement, par la création de nouvelles unités de production de petites tailles et par l'augmentation du capital et vient accroître de manière rapide le patrimoine industriel contrôlé par les étrangers.

Le Maroc a été amené à entreprendre la réforme d'un certain nombre de textes, et ce en vue de contribuer à la réalisation de quelques objectifs d'ordre économique et pour séduire les investisseurs étrangers, l'important de ces réformes a concerné la prudence macroéconomique, l'ouverture économique et la libéralisation des différents prix au niveau des marchés domestique. L'objectif étant l'amélioration du niveau de l'investissement privé national et étranger, ainsi que le renforcement de l'attractivité du Royaume vis-à-vis des investisseurs étrangers.

Cependant, durant cette période le Maroc a connu une ouverture manifeste de l'économie marocaine notamment dans les domaines économiques et financiers qui lui ont permis de créer un environnement économique propice pour attirer les capitaux étrangers. Les pouvoirs publics ont déployé des efforts considérables pour promouvoir l'investissement à travers des mesures d'ordre législatif, institutionnel et organisationnel.

La politique d'incitation adaptée par le Maroc vise à exercer une influence sur les investisseurs en général et étranger en particulier par l'offre de conditions favorables à la fructification des capitaux. Les stratégies des investisseurs étrangers au Maroc ne sont pas, non plus immuables. Elles évoluent avec le temps en fonction de l'environnement économique international, des perspectives d'avenir du pays d'accueil et de l'évolution des avantages octroyés.

En effet, le Maroc offre aux entreprises étrangères divers avantages exploitables. Certains permanents (durables dans le temps) tels que ces conditions climatiques, la fertilité et la diversité de son sol, la richesse de son sous-sol, les atouts du Maroc comme destination en termes d'investissement peuvent se résumer en quatre éléments :

- Une proximité géographique et commerciale, part la position du Maroc entre l'Amérique, l'Asie et l'Afrique et sa proximité de l'Europe, ainsi que les différents accords de libre-échange établis avec de nombreux pays.
- Les infrastructures qui constituent un facteur prépondérant dans l'encouragement aux investissements, de nombreux projets dans ce sens ont vu le jour, comme le Port de Tanger Med, les zones franches, les réseaux de télécommunications, sans oublier les projets qui sont en cours, spécialement le projet du TGV et du Nador West Med.
- Un capital humain qualifié, orienté vers les métiers mondiaux du Maroc et qui offre une compétitivité au niveau des charges salariales.
- Les fondamentaux macro-économiques, qui de leur part, présentent une assurance aux investisseurs, avec des données qui montrent la maîtrise de l'inflation, de la dette publique et de la croissance en dépit de la crise.

1. L'évolution des Flux des investissements directs étrangers :

Au Maroc, et avant 1990, les investissements directs étrangers étaient relativement très faibles. Ils constituent un phénomène relativement récent qui a pris de l'ampleur durant les deux dernières décennies.

Une simple analyse des flux d'IDE au Maroc montre que ces derniers ont connu une forte progression, passant de 165 millions de dollars en 1990 à 2519 millions en 2011, soit environ une multiplication par quinze (voir graphique 1). Il est à signaler que les meilleures performances des IDE s'expliquent principalement par des opérations importantes de privatisation⁵.

Il serait néanmoins inexact de penser que les flux d'investissements au Maroc sont entièrement dus au processus de privatisations. D'importantes entreprises étrangères ont investi au Maroc des montants considérables et ont réalisé des transferts de technologies et de connaissances, en dehors de toute opération de privatisations.

La réussite des grandes opérations de privatisation a été un défi que le Maroc a relevé avec succès. Cela constitue un signal positif pour ce qui est de la confiance que les investisseurs étrangers peuvent avoir envers le Maroc. Cette confiance repose avant tout sur les réformes que le gouvernement a entreprises parallèlement à la mise en œuvre du programme de privatisation, afin de tirer plus d'avantage de ce programme.

Toutefois, plusieurs entreprises étrangères ont investi au Maroc des capitaux considérables et ont réalisé des transferts de technologies et de connaissances, en dehors de toute opération de privatisation.

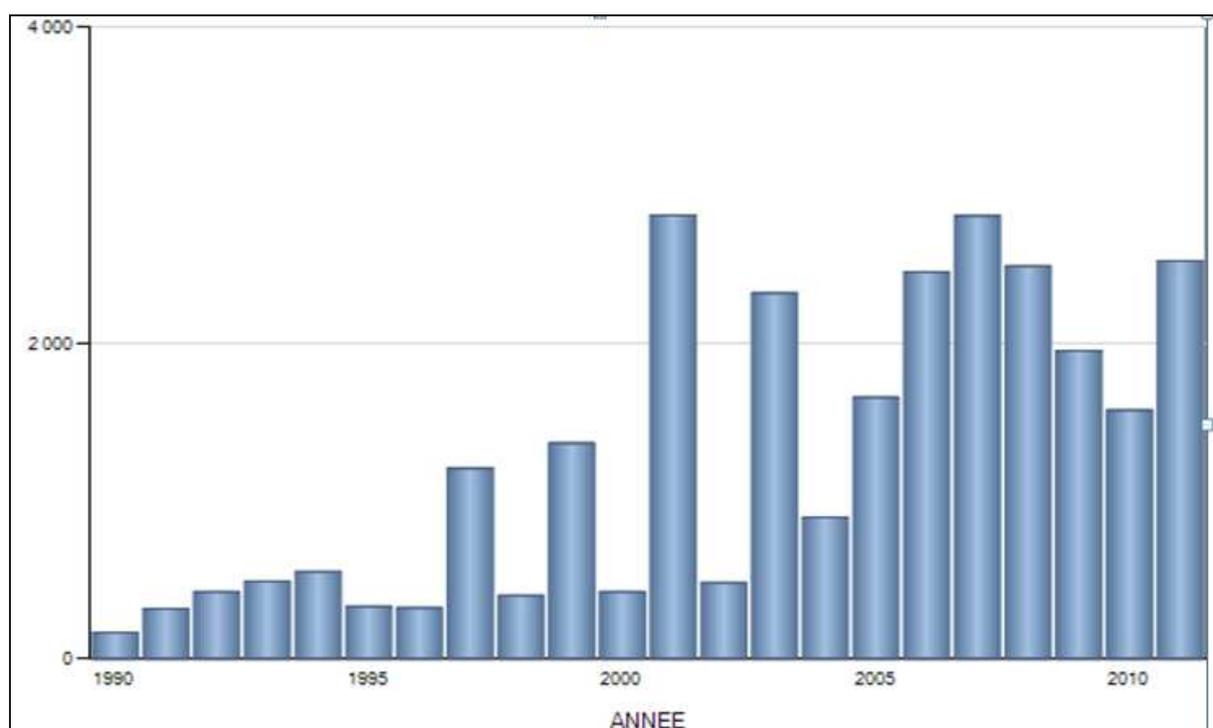
Tableau 3 : Evolution des flux d'IDE au Maroc depuis 2007(en millions USD)

Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Flux d'IDE	2805	2487	1952	1574	2568	2836

Source :Rapport CNUCED 2013 sur les IDE: Les pays MED résistent à la crise

⁵Sur les 20,7 milliards de dollars d'IDE pour la période 1998-2010, 6,4 milliards de dollars proviennent des opérations de privatisation (CNUCED 2007).

Figure 2 : Flux d'IDE entrant au Maroc en Millions de dollars (1990-2011)



Source: Les données de la CNUCED

Comme l'indique le graphique, la forte croissance des flux d'IDE est un phénomène relativement récent pour le Maroc. La ligne qui suit l'évolution des IDE reflète leur volatilité et dépendance des opérations de privatisation.

Le programme de privatisation a été stoppé de septembre 1998 à mi-1999 en raison de la révision de la loi sur les privatisations. En conséquence, entre 1998 et 2000, les recettes de la privatisation, et par conséquent des flux d'IDE se sont fortement réduits.

La période 2001-2003 se caractérise par une performance remarquable en termes d'IDE. Le Maroc est la deuxième destination des IDE en Afrique et la première parmi les pays du Maghreb avec des flux de 2,82 milliards de dollars en 2001 et de 2,31 milliards en 2003.

En 2004, les recettes d'IDE se sont chiffrées à 1071 millions de dollars, tandis qu'en 2005 elles ont atteint le montant record de 2 933 millions de dollars.

Cependant cette augmentation spectaculaire des flux des capitaux étrangers a été permise par la volonté du Maroc de s'insérer dans l'économie mondiale. Cette volonté s'est traduite par:

- L'adhésion au GATT en 1987 ;
- La conclusion d'un accord d'association avec l'Union européenne en 1996 ;
- La signature d'un accord de libre-échange 2004 avec les Etats-Unis ;
- La signature d'un accord de libre-échange avec la Jordanie, l'Egypte et la Tunisie en 2004 ;
- La conclusion d'un accord de libre-échange avec la Turquie 2004.

En parallèle à ces accords de libre-échange, le Maroc a mis en place des mesures incitatives pour attirer les flux d'IDE telles que :

- Le programme d'ajustement structurel adopté en 1983 ;
- Le processus de privatisation lancé en 1989 ;
- La Charte de l'investissement, promulguée le 8 novembre 1995;
- La création en 2002 des centres régionaux d'investissements.

Cependant, Les flux d'investissements directs étrangers (IDE) dans le monde ont augmenté de 16% en 2011. Ainsi, les flux d'IDE se sont établis à 1 524 milliards de dollars, dépassant le niveau moyen d'avant-crise (2005-2007). De son côté le Maroc après trois années successives de baisse, les flux d'IDE vers le Maroc ont affiché une forte progression de 60% en 2011, s'établissant à 2,5 milliards de dollars contre 1,6 milliards de dollars en 2010. Contribuant à 6% des IDE destinés à l'Afrique en 2011 et à 33% des IDE vers l'Afrique du nord, le Maroc a fait mieux que certains pays comme la Tunisie et l'Egypte, dont les flux d'IDE ont baissé au cours de cette année..

En 2012,La CNUCED enregistre en effet une baisse de 18% des investissements en 2012. Le montant total est de 1350 milliards de dollars. Ces chiffres sont quelques peu décevants dans la mesure où les flux d'IDE avaient été, depuis deux ans, en augmentation constante. Les flux de 2012 sont ainsi inférieurs aux flux enregistrés durant la période précédant la crise financière de 2008.

Au niveau du Maroc en 2012, le pays fait encore l'office de moteur en termes d'attraction des IDE par rapport à ses voisins d'Afrique du Nord (et du continent Africain de manière générale), parce qu'il a su consolider son capital confiance auprès des investisseurs, en parvenant à drainer 2,83 milliards de dollars d'investissements directs étrangers (IDE) en 2012, en hausse de 10% par rapport à 2011.

2. Les principales tendances des I.D.E industriels manufacturiers

L'analyse globale intéressant les principaux indicateurs de l'ensemble des E.A.P.E de l'industrie manufacturière sera suivie par une analyse par activités industrielles.

2.1. L'évolution des I.D.E manufacturier et la croissance de degré de contrôle étranger dans les E.A.P.E

L'étude de développement des I.D.E et de la croissance du degré de contrôle étranger dans les E.A.P.E sera réalisée sur une période allant de 1990-2011.

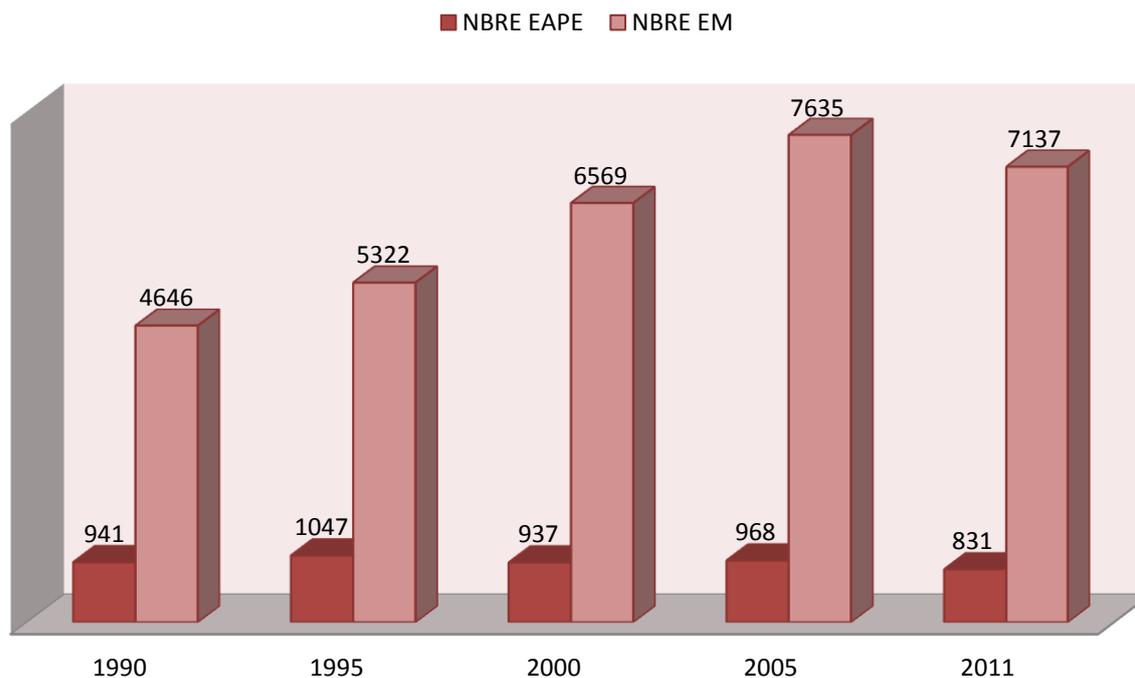
A. La progression des IDE en nombre d'E.A.P.E et en termes de capital social étranger

Tableau 4: Evolution des E.A.P.E, des I.D.E et du capital social étranger (C.S.E) industriels de 1990 à 2011

	1990	1995	2000	2005	2011
Nombre d'E.A.P.E	941	1047	973	968	831
Nombre d'E.M	4646	5322	6569	7635	7137
Capital social étranger	3510020	6481529	9527759	11075112	17609606
Capital social total	15041875	31680329	42850604	43315109	57961591

Source : Tableau établi à partir des données des années 1990 à 2011 du MCINT.

Figure 3 : Croissance de nombre d'E.P.A.E. par au nombre des entreprises marocaines



Source : graphique établi à partir des données des années 1990 à 2011 du MCINT.

Le capital social étranger placé dans les E.A.P.E a inscrit une croissance rapide.

Le nombre des E.A.P.E n'a pas connu la même cadence. Malgré une rapide hausse du capital social étranger industriel, le nombre de nouvelles unités de production créées reste modeste.

L'augmentation de la capacité de production des unités industrielles de production à l'investissement étranger s'effectue beaucoup plus par l'extension des entreprises déjà existantes que par la création de nouvelles unités de production. En effet, de 1990 à 2005, le nombre net d'E.P.A.E s'élève à 968milles entreprises, soit en moyenne une création nette de 27milles unités supplémentaires⁶ dans 15 ans environ.

De 1990 à 2011, le capital social étranger a augmenté à un rythme moyen de 100% dans 5ans. La progression la plus rapide est enregistrée à partir de 2005.

Le capital social étranger placé augmente à un rythme rapide. Le taux de progression annuels moyens s'élève à 20%. En 2011, les investisseurs étrangers interviennent dans l'industrie manufacturière marocaine par le biais de 831milles E.A.P.E qui disposent d'un capital social étranger placé qui monte à 17609,606 millions de DHS. Alors qu'en 1990, les 941 E.A.P.E disposent d'un capital étranger égal à 3510,020 millions de DHS.

⁶ La création nette signifie ici le nombre d'unités de production qui viennent s'ajouter à l'industrie nationale compte tenu des unités qui ferment leurs portes. La création nette d'unités de production est égale au nombre d'unité nouvellement créés moins celles qui disparaissent.

La monté des investissements étrangers dans le secteur manufacturier peut être s'expliquer par la transformation de la politique économique, l'amélioration de l'environnement macro-économique du pays et par le changement d'orientation des I.D.E à l'échelle internationale.

Au niveau national, l'effort de l'Etat en matière de réforme économiques et financières a relativement donné ses fruits en matière d'I.D.E industrielle. Les politiques industrielles et commerciales se libéralisent davantage et offrent des encouragements supplémentaires aux investisseurs, notamment étrangers.

B. La croissance du degré de contrôle étranger dans les E.A.P.E

La mesure du poids du capital international dans l'industrie national peut être appréhendée, par le poids des E.A.P.E relativement à l'ensemble des entreprises industrielles, et par la part du capital social directement contrôlé par les investisseurs étrangers dans le capital social des EAPE.

Tableau 5: Evolution de la structure du taux d'appropriation étrangère des capitaux des E.A.P.E (en milliers) selon le type de contrôle

	1990		1995		2000		2005		2011	
	E.A.P.E	%	E.A.P.E	%	E.A.P.E	%	E.A.P.E	%	E.A.P.E	%
C.S.E en %	941	47,91	1047	55,29	973	46,91	968	66,8	831	70,27

Source : Tableau établi à partir des données des années 1990 à 2011 du MCINT.

A partir la catégorie de contrôle des E.A.P.E qui opèrent dans l'industrie marocaine, les données empiriques révèlent ce qui suit :

La tranche de taux d'appropriation située entre 50% et 80% correspond à la forme contrôle majoritaire exercé par des étrangers, elle est en hausse régulière depuis 1995.

Ce forme de contrôle majoritaire tende à dominer ; elles d'exercent sur un nombre grandissant d'E.A.P.E, en 1995, les investisseurs étrangers détiennent au moins la moitié du capital social (55,29%) placé dans 1047milles entreprises, alors qu'en 2011, cette part du capital (70,27%) est appropriée par les étrangers dans 831milles E.A.P.E.

Les investissements étrangers tendent à rechercher un contrôle absolu ou majoritaire des entreprises auxquelles ils participent.

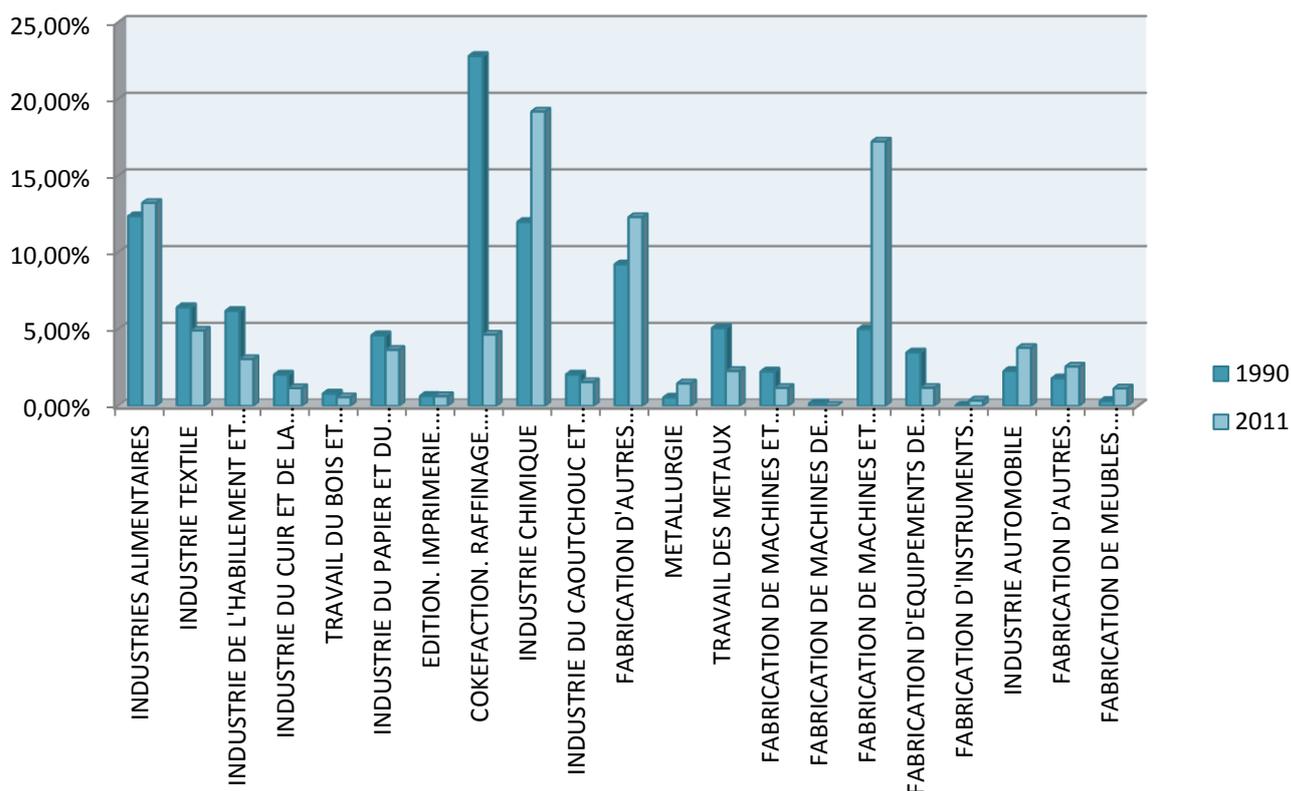
Ce moyen de contrôle apparait comme une évolution récente dans le comportement des partenaires étrangers qui opèrent dans l'industrie marocaine. Le capital étranger vise ainsi à controveriser une large autonomie sur le plan de la gestion et de la direction des entreprises.

La tendance des à l'accroissement des I.D.E et des investissements des E.A.P.E détenues de manière majoritaire confirme le poids et le rapport de force détenus par les opérateurs économiques étrangers au sein des capacités productives industrielles du pays.

2.2. Analyse par activité industrielle

L'analyse par activité industrielle peut être appréhendée, par la structure par activités industrielles du capital étranger placé, ensuite par répartition par activités des effectifs, de la productivité apparente du travail(PAT) et du capital social par employé des EAPE.

Figure 4: Structure du capital étranger placé par activités industrielles (en % de la valeur des années 1990 et 2011)



Source : graphique établi à partir des données des années 1990 à 2011 du MCINT

Tableau 6: Structure par activités industrielles du capital étranger placé (en % des valeurs en 1990 et 2011)

Activités	1990	2011
INDUSTRIES ALIMENTAIRES	12,35%	13,22%
INDUSTRIE TEXTILE	6,42%	4,90%
INDUSTRIE DE L'HABILLEMENT ET DES FOURRURES	6,19%	3,05%
INDUSTRIE DU CUIR ET DE LA CHAUSSURE	2,04%	1,15%
TRAVAIL DU BOIS ET FABRICATION D'ARTICLES EN BOIS	0,80%	0,56%
INDUSTRIE DU PAPIER ET DU CARTON	4,60%	3,64%
EDITION. IMPRIMERIE. REPRODUCTION	0,65%	0,63%
COKEFACTION. RAFFINAGE. INDUSTRIES NUCLEAIRES	22,81%	4,63%
INDUSTRIE CHIMIQUE	11,99%	19,18%
INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC ET DES PLASTIQUES	2,05%	1,55%
FABRICATION D'AUTRES PRODUITS MINERAUX NON METALLIQUES	9,21%	12,29%
METALLURGIE	0,54%	1,46%
TRAVAIL DES METAUX	5,07%	2,27%
FABRICATION DE MACHINES ET EQUIPEMENTS	2,24%	1,17%
FABRICATION DE MACHINES DE BUREAU ET DE MATERIEL INFORMATIQUE	0,16%	0,00%
FABRICATION DE MACHINES ET APPAREILS ELECTRIQUES	4,99%	17,23%
FABRICATION D'EQUIPEMENTS DE RADIO. TELEVISION ET COMMUNICATION	3,48%	1,18%
FABRICATION D'INSTRUMENTS MEDICAUX. DE PRECISION D'OPTIQUE ET D'HORLOGERIE	0,01%	0,35%
INDUSTRIE AUTOMOBILE	2,28%	3,78%

FABRICATION D'AUTRES MATERIELS DE TRANSPORT	1,79%	2,56%
FABRICATION DE MEUBLES. INDUSTRIES DIVERSES	0,33%	1,14%
Totale	100,00%	100,00%

Source : Tableau établi à partir des données des années 1990 à 2011 du MCINT.

- Les activités industrielles privilégiées par le capital étranger et qui sont quantitativement mieux dotées en ressources financières sont celle qui ont un effet d'entraînement faible sur l'appareil productif national parce que, dans l'ensemble, elles sont destinées à produire des biens de consommation finale⁷ ; les branches les plus attractives du capital étranger ont globalement amélioré leur part de 38.55% à 61.92%.
- Le changement intervenu en matière de classement des activités du capital étranger investi s'est fait au détriment des activités susceptibles d'exercer un effet d'entraînement et d'intégration des différents branches de l'industrie nationale ; les parts dans la dotation en capital étrangers des industries fabrication d'autres matériels de transport , industrie automobile, fabrication de machines et appareils électriques, métallurgie etc. ont augmenté ; seule la part des fabrication de machines et équipements a inscrit une régression, mais elle demeure faible dans l'ensemble.⁸

Tableau 7: répartition par activités des effectifs, de la productivité apparente du travail(PAT), du capital social par employé et des exportations des EAPE en 2011

Secteur	Nombre d'entreprises	effectif total	PAT	Exp/CA
	Unités En milliers	Unités En milliers	Milliers de Dh	%
INDUSTRIES ALIMENTAIRES	127	40630	164,85	22,37%
INDUSTRIE TEXTILE	60	8388	80,04	52,44%
INDUSTRIE DE L'HABILLEMENT ET DES FOURRURES	122	34827	45,26	93,88%
INDUSTRIE DU CUIR ET DE LA CHAUSSURE	34	8648	55,55	80,77%
TRAVAIL DU BOIS ET FABRICATION D'ARTICLES EN BOIS	18	760	110,90	14,40%
INDUSTRIE DU PAPIER ET DU CARTON	4	1627	289,65	37,45%
EDITION, IMPRIMERIE, REPRODUCTION	22	951	166,08	7,64%
COKEFACTION, RAFFINAGE, INDUSTRIES NUCLEAIRES	3	1272	2488,57	11,55%
INDUSTRIE CHIMIQUE	75	10731	630,00	39,80%

⁷ Des produits caractérisés à la fois par une forte croissance du commerce international et des pertes de parts de marché pour le Maroc en raison de la forte concurrence sur le marché international. Dans ce groupe, le Maroc a perdu des parts de marché pour des produits dont la demande mondiale est croissante. Il s'agit en particulier de certains produits agricoles, comme les légumes et fruits.

⁸ Des produits dynamiques fabriqués caractérisés à la fois par une forte croissance du commerce international et des gains de parts de marché pour le Maroc. Il s'agit des "équipements pour la distribution d'électricité", des "produits chimiques inorganiques" et des "engrais", qui figurent parmi les produits à moyenne et haute technologie selon l'OCDE, et pour lesquels le Maroc a gagné d'importantes parts de marché durant les dernières années.

INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC ET DES PLASTIQUES	44	4545	122,63	16,33%
FABRICATION D'AUTRES PRODUITS MINERAUX NON METALLIQUES	29	5836	1461,73	1,98%
METALLURGIE	14	1905	616,61	1,15%
TRAVAIL DES METAUX	92	5920	137,23	5,93%
FABRICATION DE MACHINES ET EQUIPEMENTS	25	1840	161,40	27,12%
FABRICATION DE MACHINES DE BUREAU ET DE MATERIEL INFORMATIQUE	1	5	52,00	99,15%
FABRICATION DE MACHINES ET APPAREILS ELECTRIQUES	47	57489	71,17	90,45%
FABRICATION D'EQUIPEMENTS DE RADIO, TELEVISION ET COMMUNICATION	16	4987	154,82	93,92%
FABRICATION D'INSTRUMENTS MEDICAUX,DE PRECISION D'OPTIQUE ET D'HORLOGERIE	7	3464	95,38	86,49%
INDUSTRIE AUTOMOBILE	23	3521	257,26	42,44%
FABRICATION D'AUTRES MATERIELS DE TRANSPORT	40	5404	153,62	87,50%
FABRICATION DE MEUBLES, INDUSTRIES DIVERSES	27	1818	124,83	32,37%

Source : Tableau établi à partir des données des années 1990 à 2011 du MCINT.

Les activités, dont les IDE sont essentiellement des investissements qui cherchent à minimiser les coûts de production pour exporter, se divisent grossièrement en deux groupes.

Un premier groupe de quatre activités dont les investissements cherchent surtout à réduire les frais à travers l'emploi des effectifs moins coûteux.

L' « habillement et des fourrures », les « industries de textiles », la « fabrication d'autres matériels de transport » et la « fabrication de machines et appareils électriques » emploient des effectifs élevés (plus de 180 employés par entreprises en moyenne). En outre, ces industries ont en moyenne une productivité apparente du travail inférieur à celle des entreprises qui demandent une main d'œuvre qualifiée. Les premières utilisent plus de travail peu qualifié et moins de moyen de production sophistiqués.

Une délocalisation se basant sur l'utilisation des moyens de production peu capitalistique exigeant une main-d'œuvre nombreuse peu qualifiée et bon marché, Cet investissement est en fait un déplacement vers les pays moins développés d'un segment du processus de production exigeant beaucoup de main d'œuvre et peu de capital. La performance à l'exportation de ces entreprises est construite sur la base d'un salaire faible et d'une longue journée de travail.

Dans un deuxième groupe composé de deux activités, l'IDE vise l'exploitation des ressources naturelles animales, végétales et halieutiques et une main-d'œuvre peu qualifiée, moins chère et occasionnelle. Les « industries alimentaires » et les « industries du cuir et de la chaussure » se trouvent dans cette situation.

La stratégie relevant de la stratégie de réduction des coûts de production pour la conquête du marché international qui opèrent dans la première activité sont constituées en totalité d'unités de production de conserves de fruits, de légumes de viandes, de poissons et de fruit de la mer. Les ressources naturelles nationales sont dans ce cas un prépondérant facteur

d'attraction des IDE à l'avantage des ressources naturelles s'ajoutent également celui de l'emploi d'une main d'œuvre féminine, occasionnelle et un bon marché national.

Dans l'activité « cuir et de la chaussure », le cuir marocain de bonne qualité et la main d'œuvre moins chère constituent les deux principaux avantages recherchés par les capitaux étrangers pour construire leur performance à l'exportation.

La différente attraction exercée par les branches industrielles sur les investissements dont le but et la réduction des coûts pour l'exportation dépend de l'avantage que procure l'activité en question en matière d'emplois d'un grand nombre de salariés dociles, flexibles et à la rémunérations réduites et/ou d'exploitation de ressources naturelles végétales, animales et halieutiques.

Ainsi, parmi les avantages comparatifs recherchés par les investisseurs étrangers, viennent en tête la main-d'œuvre docile, flexible et bon marché et les matières premières végétales, animales et halieutiques auxquels s'ajoute le proximité géographique du grand marché européen, les avantages fiscaux, l'acquisition de terrains à coûts réduits et de tous les avantages offerts par les différents Codes et de la Charte d'investissement.

Nous constatons à ce niveau que le Maroc continue à faire des bas salaires et de la proximité géographique des atouts stratégiques pour attirer les I.D.E. Avoir le progrès technologique et scientifique, la part du coût de la main-d'œuvre non qualifiés dans les charges totales se réduit du manière importante alors que, celle du travail qualifié ne cesse de croître. Aussi, le progrès technologique qui a bouleversé les moyens de transport et de communication a énormément réduit les distances, rapproché les pays et baissé les coûts de transport.

Troisième chapitre : Analyse économétrique en donnée de panel

L'objet recherché dans ce chapitre est d'examiner l'attractivité du Maroc pour les industries manufacturières, compte tenu des éléments du cadre générale d'analyse qui viennent d'être dégagés précédemment. Pour ce faire nous tenterons dans un premier point de spécifier d'avantage le modèle qui sera retenue en prenant comme base les fondements théoriques et empiriques déjà traité en premier chapitre.

L'objectif poursuivi est de mettre en évidence à travers une analyse économétrique en donnée de panel les facteurs explicatifs de l'attractivité de capital étranger pour les différents secteurs manufacturiers choisis en considérant le Maroc comme le seul pays d'accueil. En utilisant un panel de données agrégées et sectorielles pour une période allant de 1990-2011. Le choix de panel a été motivé pour prendre en compte de l'hétérogénéité sectorielle.

Cependant Le problème crucial de l'utilisation des données de panel, est celui de la spécification. En effet, les résultats divergent fortement selon les méthodes utilisées. Quel modèle utilisé, celui à effet fixe ou celui à effet aléatoire ?⁹

⁹William Greene : « économétrie », 5^{ème} édition, Edition française Dirigée par Didier Sehlachter, Théophile Azomahon, Stéphanie Morjon ;

Pour notre propos, nous allons utiliser le test d'Hausman, afin de discriminer entre le modèle à effets fixes et le modèle à effets aléatoire. D'un point de vue pratique, le modèle à effet fixe est coûteux en termes de perte de degré de liberté. Cependant l'hypothèse du modèle à effet aléatoire qu'il n'y a pas de corrélation entre les effets aléatoires et les autres régresseurs est peu justifiée. L'approche des effets aléatoires peut alors poser un problème de non convergence à cause de la corrélation entre les variables et l'effet aléatoire. Le test de spécification de Hausman (1978) est utilisé pour tester l'orthogonalité entre les effets aléatoires et les régresseurs, sous l'hypothèse de non corrélation.

1. Spécification du modèle et présentation des variables

1.1. Sources des données

Nous utilisons donc un panel des données agrégées et sectorielles qui proviennent des enquêtes annuelles du Ministère de l'Industrie, du Commerce et des Nouvelles Technologies de l'industrie (MCINT). Il s'agit de l'unique source d'information disponible sur les industries de transformation au Maroc.

Aussi pour le besoin de cette étude nous avons fait appel à la variable Pib par habitant qui provient du site de la Banque Mondiale.

Les données utilisées dans notre étude couvrent la période allant de 1990 à 2011. Les 19 branches d'activités sélectionnées pour cette étude sont présentées par référence à la nomenclature marocaine des activités économiques (NMAE). Ce choix de la période est justifié en fonction de la disponibilité des données. Notre panel est un échantillon cylindré et il est constitué d'un total de 458 observations.

Les 19 branches¹⁰ d'activités sélectionnées pour cette étude sont présentées comme suit :

Tableau 8 : la nomenclature des 19 branches d'activités industrielles.

code secteur	Secteur
15	INDUSTRIES ALIMENTAIRES
17	INDUSTRIE TEXTILE
18	INDUSTRIE DE L'HABILLEMENT ET DES FOURRURES
19	INDUSTRIE DU CUIR ET DE LA CHAUSSURE
20	TRAVAIL DU BOIS ET FABRICATION D'ARTICLES EN BOIS
21	INDUSTRIE DU PAPIER ET DU CARTON
22	EDITION. IMPRIMERIE. REPRODUCTION
23	COKEFACTION. RAFFINAGE. INDUSTRIES NUCLEAIRES
24	INDUSTRIE CHIMIQUE

Pearson édition.

¹⁰ Nous avons écarté l'industrie du tabac et récupération de 21 branches, pour la non disponibilité des données sur toute la période étudiée.

25	INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC ET DES PLASTIQUES
26	FABRICATION D'AUTRES PRODUITS MINERAUX NON METALLIQUES
27	METALLURGIE
28	TRAVAIL DES METAUX
29	FABRICATION DE MACHINES ET EQUIPEMENTS
30	FABRICATION DE MACHINES DE BUREAU ET DE MATERIEL INFORMATIQUE
31	FABRICATION DE MACHINES ET APPAREILS ELECTRIQUES
32	FABRICATION D'EQUIPEMENTS DE RADIO. TELEVISION ET COMMUNICATION
33	FABRICATION D'INSTRUMENTS MEDICAUX.DE PRECISION D'OPTIQUE ET D'HORLOGERIE
34	INDUSTRIE AUTOMOBILE
35	FABRICATION D'AUTRES MATERIELS DE TRANSPORT
36	FABRICATION DE MEUBLES. INDUSTRIES DIVERSES

1.2. Spécification du modèle

Afin d'évaluer l'attractivité des industries manufacturières marocaines pour les investissements étrangers. Nous essayons d'estimer un modèle sur données de panel incluant un ensemble de variables pertinentes dans cette étude. Le choix du panel a été effectué pour prendre en compte les données sectorielles de l'ensemble de l'industrie de transformation, et de rendre compte de l'hétérogénéité sectorielle.

La période d'étude examine la variable endogène stock relatif des IDE est exprimée par le rapport entre le capital social étranger et le capital social total et les variables exogènes. La disponibilité des données dans leur double dimension individuelle et temporelle permet d'utiliser les techniques d'estimation sur données en panel.

Dans un premier temps, étant donné que nous disposons d'un panel cylindré, nous estimons une fonction des I.D.E pour l'industrie manufacturière marocaine en utilisant un estimateur à erreurs composées dans l'hypothèse où le terme constant de la régression varie de manière aléatoire entre les secteurs. Plus précisément, la fonction des I.D.E du secteur i à l'année t retenue est la suivante :

$$IDE_{it} = \alpha + \beta_1 OUV_{it} + \beta_2 IKH_{it} + \beta_3 LSM_{it} + \beta_4 INBRE_{it} + \beta_5 lpat_{it} + u_{it}$$

Où α , l'IDE, OUV, IKH, LSM, INBRE et $lpat$ représentent respectivement le terme constant, l'investissement direct étranger, le taux d'ouverture, le capital humain, le salaire moyen et le nombre d'entreprise relatifs au secteur i et à l'année pour les autres variables. u_{it} est le terme d'erreur aléatoire, décomposé en un terme spécifique au secteur (μ_i) et en un terme d'erreur variant dans le temps ν_{it} .

1.3. Description des variables et signes attendus

- Variable à expliquer

La variable dépendante ou la variable expliquée est exprimé par le stock relatif des I.D.E (le taux de pénétration des capitaux étrangers dans les industries manufacturières)¹¹. Ce taux est défini comme le ratio "capital social des firmes sous contrôle étranger/capital social des firmes totales" du secteur i à la date t :

$$IDE = \text{Stock relatif d'IDE}_{it} = \frac{CSE_{it}}{CST_{it}}$$

CSE_{it} est le capital social étranger investi dans la branche i à l'année t ;

CST_{it} désigne le capital social total investi dans la branche i à l'année t .

i = branche manufacturière ;

t = temps, $i = 1, \dots, 21$;

$t = 1990, \dots, 2011$;

$NT = 458$ observations.

- Variables explicatives

- **Salaire moyen**

C'est le ratio établi entre le salaire moyen des EAPE et le salaire moyen des entreprises marocaines. Le signe attendu est négatif. Par définition, le salaire moyen est calculé par le rapport entre les frais de personnel et l'effectif employé. Ainsi, notre indicateur du coût du travail est défini par le rapport suivant :

$$l \text{ Sal moy}_{it} = \ln \left(\frac{\frac{fp.EAPE_{it}}{eff.EAPE_{it}}}{\frac{fp.EM_{it}}{eff.EM_{it}}} \right) = \ln \left(\frac{\text{Sal moy EAPE}_{it}}{\text{Sal moy EM}_{it}} \right)$$

Où,

$l \text{ Sal moy}_{it}$: désigne le salaire moyen des EAPE relativement au salaire moyen des entreprises marocaines

$fp. EAPE_{it}$: désigne les frais de personnel des EAPE dans la branche i à l'année t ;

$eff. EAPE_{it}$: est la main-d'œuvre totale employée par les EAPE dans la branche i à l'année t ;

Sal moy EAPE_{it} : désigne le salaire moyen des EAPE ;

¹¹Bouoiyour J. et Toufik S. ont utilisé ce ratio à fin d'expliquer l'impact des IDE sur la productivité totale des facteurs du travail. Elissaoui a repris ce ratio pour but d'analyser les déterminants des IDE manufacturiers.

fp. EMit : désigne les frais de personnel des EM dans la branche i à l'année t ;

eff. EMit : est la main-d'œuvre totale employée par les EM dans la branche i à l'année t ;

Sal moy EMit : désigne le salaire moyen des EM ;

▪ **Productivité apparente du travail**

Dans le domaine des ressources humaines, l'amélioration du niveau de qualification des travailleurs est reconnue comme étant l'un des déterminants de l'investissement du fait de son impact positif sur la productivité. Le signe attendu est positif.

La productivité apparente du travail (PAT) est définie comme le ratio "Valeur ajoutée/effectif total" du secteur i à la date t. En effet dans notre modèle empirique, la productivité apparente relative du travail est définie par le rapport entre la productivité apparente du travail des EAPE et la productivité apparente du travail des EM :

$$\ln \text{Pr App it} = \ln \left(\frac{\frac{\text{VA.EAPEit}}{\text{eff.EAPEit}}}{\frac{\text{VA.EMit}}{\text{eff.EMit}}} \right) = \ln \left(\frac{\text{Pr App EAPEit}}{\text{Pr App EMit}} \right)$$

Où,

$\ln \text{Pr App it}$: désigne la productivité apparente relative du travail de la branche i à l'année t ;

VA. EAPEit : est la valeur ajoutée des EAPE générée dans la branche i à l'année t ;

eff. EAPEit : désigne la main-d'œuvre totale employée par les EAPE dans la branche i à l'année t ;

Pr App EAPEit : est la productivité apparente du travail dans les EAPE ;

VA. EMit : est la valeur ajoutée des EM générée dans la branche i à l'année t ;

eff. EMit : désigne la main-d'œuvre totale employée par les EM dans la branche i à l'année t ;

Pr App EMit : est la productivité apparente du travail dans les EM .

▪ **Ratio exportations sur la valeur ajoutée (OUV)**

Ce ratio représente l'ouverture au commerce international d'une économie. Pour une entreprise multinationale, l'intérêt d'une économie ouverte est double. D'une part, elle garantit une plus grande flexibilité dans l'importation de biens de consommation intermédiaire nécessaires à la production, et d'autre part, elle accroît les facilités d'exportation. Cependant, une entreprise multinationale peut avoir intérêt à s'installer dans une économie peu ouverte si cette dernière dispose d'un important marché auquel l'entreprise ne pourrait avoir accès autrement que par son implantation dans le pays.

Nous avons opté pour le taux d'exportation comme indicateur du taux d'ouverture. Le signe attendu est positif.

$$OUVit = \left(\frac{\text{exp } it}{VA \text{ } it} \right)$$

Où,

OUVit : désigne le rapport entre le taux d'exportation total sur la valeur ajoutée industriel totale dans la branche i à l'année t ;

exp it : est le taux d'exportation total dans la branche i à l'année t

VA it : représente la valeur ajoutée du totale des entreprises marocaines et étrangères marocaines dans la branche i à l'année t.

▪ **Nombre d'entreprise étrangère**

Pour rendre compte des effets de la densité industrielle, nous introduisons le logarithme du ratio entre le nombre des EAPE (nbrit) et celui des EM (nbmit) :

$$\ln \text{ } it = \ln \left(\frac{\text{nbr EAPE } it}{\text{nbr EM } it} \right)$$

Où,

$\ln \text{ } it$: désigne le logarithme du rapport entre le nombre des EAPE dans la branche i à l'année t et le nombre des EM dans la branche i à l'année t ;

nbr EAPE it : est le nombre des EAPE dans la branche i à l'année t ;

nbr EM it : est le nombre des EM dans la branche i à l'année t. Le nbmit égal à la différence entre le nombre de l'ensemble des entreprises manufacturières (nbtit) et le nombre des EAPE (Inbrit). Le signe attendu ici positif.

▪ **Dimension du marché**

Constitue l'un des déterminants les plus importants de l'I.D.E. Ainsi, l'existence d'un marché local important représente un véritable attrait pour les multinationales qui cherchent de nouveaux débouchés. On suppose alors qu'il existe une relation croissante entre la taille du marché et le niveau d'investissement direct. La variable généralement retenue dans les modèles explicatifs des I.D.E qui sont représentatifs de la dimension du marché est le P.I.B par tête. Le signe attendu est positif.

En effet, avec une population qui dépasse 30 millions d'habitants, le Maroc demeure relativement avantage par rapport à certaines économies voisines, bien que l'effectif global de la population puisse être trompeur quant à la dimension du marché intérieur. De ce point de

vue, la taille du marché devrait être davantage saisie à travers le niveau de vie de la population que par son effectif⁽¹²⁾.

2. Analyse économétrique et résultats des estimations

2.1. Exploration statistique des données

Il s'agit de faire une étude comparative entre les différentes industries d'études retenues en se basant sur les différents indicateurs de statistique descriptive des variables endogènes et exogènes.

Il ressort des résultats¹³ que l'industrie d'autre matérielle de transport attire plus des capitaux étrangers que les autres activités industrielles manufacturières : 42.9% d'IDE en moyenne pour la période considérée contre 25.8 % en moyenne pour tout l'échantillon, 10.2% pour l'industrie alimentaire et 15.6% pour l'industrie chimique.

En observant les résultats on constate également que l'industrie de matérielle de transport se démarque nettement par rapport aux autres industries sur un ensemble important de variables explicatives : commerce extérieur ou l'ouverture (138.8%), la productivité apparente du travail (27.8%).

En résumé, les résultats montrent une hétérogénéité sectorielle cela est expliqué par les stratégies d'implantation des firmes multinationales qui investissent dans le secteur manufacturier.

2.2. La corrélation entre les variables explicatives

L'examen de la matrice des corrélations entre les variables explicatives permet de repérer la corrélation éventuelle de couples des variables explicatives. Les coefficients de corrélation calculés permettent d'identifier des multicollinéarités impliquant plus de deux variables.

Tableau 9 : matrice de corrélation

	INBRE	Lpat	Lnsm	lpibH	Ouv	Lkh
INBRE	1.000					
Lpat	-0.432	1.000				
Lnsm	0.230	-0.8427	1.000			
Lpib	-0.187	0.0154	0.0997	1.000		
Ouv	0.210	0.1377	0.1378	0.1467	1.000	
Lkh	0.222	-0.7074	-0.8358	-0.1701	-0.0291	1.000

Source : calculer par nos soins

La matrice des corrélations des variables explicatives (voir tableau) montre une forte corrélation négative (-0,8358) entre la variable salaire moyen et la variable du capital humain. Aussi une forte corrélation négative (-0.7074) entre la variable productivité apparente du travail et le capital humain.

¹² Mohamed Abouch, Abdelouahab Maarouf« Déterminants des investissements directs étrangers au Maroc .Elément d'analyse », Critique économique n19 ; Hiver printemps 2007

¹³ Voir l'annexe 2

Ce qui signifie que l'introduction simultanée des deux variables suscitées peut engendrer des problèmes de colinéarité et peut fausser les résultats des régressions.

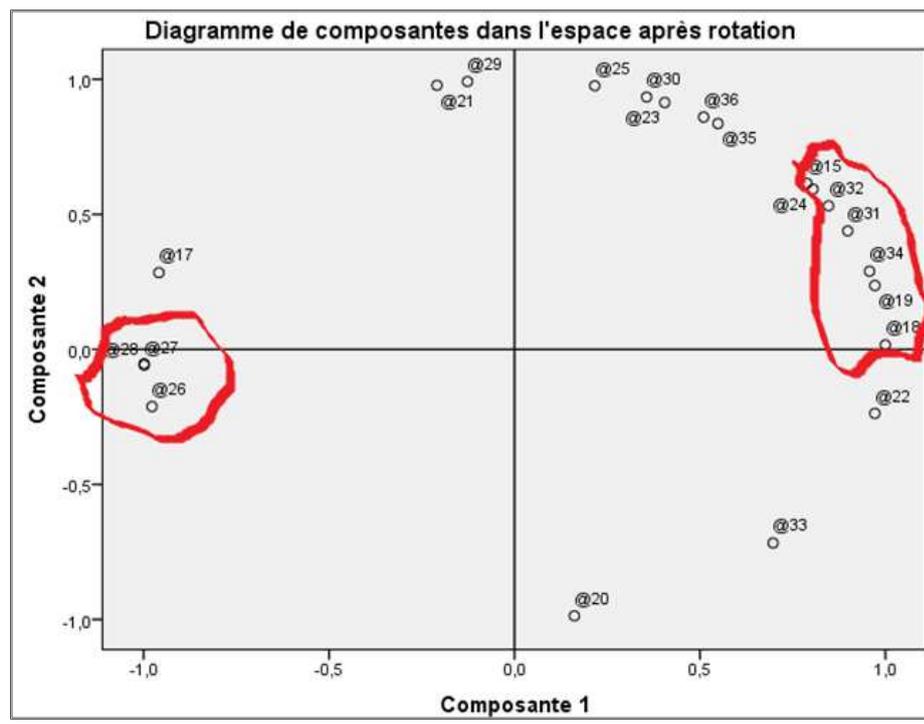
En résumé, la matrice de corrélations montre une forte corrélation entre les variables explicatives. Par conséquent, il y a lieu d'éviter l'introduction simultanée de variables corrélées dans les spécifications afin d'éviter les problèmes de colinéarité.¹⁴

2.3. L'analyse en composante principale

A partir des variables initiales, l'ACP consiste à calculer des nouvelles variables, appelées composantes et qui sont des combinaisons linéaires des variables initiales. Ces composantes sont non corrélées et de variance ordonnée, un nombre réduit de ces composantes résume les variables initiales en minimisant la perte d'information due à cette réduction.

Le principe d'une ACP est donc de remplacer les variables initiales, généralement corrélées, par des variables non corrélées de variances progressivement décroissantes, les premières pouvant faire l'objet d'une interprétation particulière et les dernières pouvant être négligées.

Interprétation des axes factoriels



Le diagramme des composantes, indiquent les corrélations des variables initiales avec les composantes principales. Ainsi la première composante est fortement corrélée positivement avec 15 (INDUSTRIES ALIMENTAIRES), 18 (INDUSTRIE DE L'HABILLEMENT ET DES FOURRURES) et 19 (INDUSTRIE DU CUIR ET DE LA CHAUSSURE), 31(FABRICATION DE MACHINES ET APPAREILS ELECTRIQUES), 32(FABRICATION D'EQUIPEMENTS DE RADIO. TELEVISION ET COMMUNICATION) et 34 (INDUSTRIE AUTOMOBILE), Elle est corrélée négativement

¹⁴ On a éliminé la variable « capital humain » du modèle de base.

avec 26(FABRICATION D'AUTRES PRODUITS MINERAUX NON METALLIQUES), 27(METALLURGIE) et 27(TRAVAIL DES METAUX).

On peut donc conclure que la première composante met en opposition deux catégories des industries ou en d'autres termes de comportements totalement opposés des investisseurs étrangers, d'un côté, une catégorie d'investisseurs qui mènent des stratégies verticales motivées par la minimisation des coûts de production et par les politiques d'ouverture économique. Une deuxième catégorie d'investisseurs qui mènent des stratégies horizontales qui consistent à produire pour servir les consommateurs marocains.

En revanche, nous ne pouvons pas nous prononcer quant aux secteurs dans lesquels les EAPE combinent les deux types de stratégies.

2.4. Les résultats économétriques

A. Modèle de base

L'utilisation des données de panel par rapport aux données en coupe transversales ou chronologiques offrent plusieurs avantages.

En combinant des séries temporelles et des observations en coupe instantanée, les données de panel fournissent plus de données informatives, plus de variabilité, moins de colinéarité parmi les variables, plus de degrés de liberté et plus de performance.

Les données de panel peuvent détecter et mesurer plus facilement les effets qui ne peuvent être facilement observés dans les séries chronologiques ou des données en coupe instantanée. Elles permettent des estimations plus précises des paramètres. La complexité des comportements des individus étudiés est souvent mieux décrite.

En résumé, les données de panel peuvent enrichir l'analyse empirique dans des directions qui sont impossibles en utilisant des séries chronologiques ou les coupes instantanées.

Il existe plusieurs méthodes d'estimation des données de panel. Le choix de la méthode dépend des hypothèses que l'on effectue sur les paramètres et sur les perturbations. Lorsque l'on considère un échantillon de données de panel, la toute première chose qu'il convient de vérifier est la spécification homogène ou hétérogène du processus générateur de données. Il s'agit, économétriquement parlant, de tester l'égalité des coefficients du modèle étudié dans la dimension individuelle. Du point de vue de l'économie, les tests de spécification reviennent à déterminer si l'on est en droit de supposer que le modèle théorique étudié est parfaitement identique pour tous les industries, ou au contraire s'il existe des spécificités propres à chaque industrie.

Trois méthodes d'estimation peuvent être envisagées :

- une estimation par les moindres carrés ordinaires;
- une estimation avec effets fixes;

- une estimation avec effets aléatoires.

Tout d'abord, nous avons supposé que tous les paramètres sont identiques pour tous les industries. C'est-à-dire que l'estimation du modèle de base a été faite par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO).

Ensuite, et vue que cette technique (MCO) peut-être biaisée si l'hétérogénéité inhérente des industries est négligée, les tests ont montré que généralement les modèles à effets fixes ou aléatoires fournissent un meilleur ajustement.

Enfin, le test de spécification de Hausmann nous a permis de discriminer entre les effets fixes et aléatoires, le modèle à effet fixe semble être le plus approprié pour l'étude des déterminants de la localisation des IDE.

Le nombre total d'observations est de 458, ce qui est suffisant pour produire des estimations fiables. On notera également que T et N sont suffisamment grands et de la même grandeur.

Le tableau ci-dessus résume les résultats des estimations du modèle de base en utilisant la méthode du MCO et en prenant en compte des effets individuels fixes (le modèle à effet fixe et modèle à effet aléatoire). Ce tableau contient aussi les coefficients (R^2) ainsi que le test d'Hausman (H).

Tableau 10 : La modélisation en données de panel de la part du capital social étranger dans le capital social total.

Variable à expliquer : $IDE = \frac{CSEit}{CSTit}$			
CSEit = le capital social étranger investi dans la branche i à l'année t			
CSTit = le capital social total investi dans la branche i à l'année t			
	(MCO)	Modèle à effet fixe	Modèle à effet aléatoire
INBRE	0.090 (0.007)***	0.042 (0.008)***	0.047 (0.007)***
Lpat	0.050 (0.019)***	0.038 (0.015)**	0.040 (0.015)**
ln sm	-0.114 (0.030)***	0.058 (0.026)**	-0.065 (0.025)**
OUV	0.111 (0.008)***	0.084 (0.010)***	0.089 (0.010)***
Nombre d'observations	458	458	458
R²	0.489		
R² Within		0.189	0.189
R² Between		0.650	0.685

HT	10,99 (0,026)
----	------------------

Source : tableau réalisé par nos soins

Période : 1990-2011. Nombre d'observation n= (21années et 19 secteurs). R² : coefficient de détermination multiple. HT : Test d'Hausman. Les chiffres entre parenthèses sont les écarts-types estimés. Significatif au seuil de 1 %. (***) Significatif au seuil de 5 %. (**) Significatif au seuil de 10 %. (*)

La statistique du test Hausman est 10,99 supérieur à la valeur critique d'un chi-deux à 4 degrés de liberté ou sa probabilité critique est 0.026 inférieur à 5%, alors l'hypothèse de non corrélation entre les effets individuels non observables et les autres régresseurs dans le modèle est rejetée. En effet le test d'Hausman impliquant la corrélation de ces effets avec les autres variables dans le modèle, on conclut que le modèle à effet fixe est le plus adéquat. Donc on retient le modèle à effet fixe.

La variance intergroupe estimée est plus grande que la variance intragroupe. Ce résultat signifie que plus de 65% de la variation dans la perturbation est expliqué par la partie intergroupe, et la petite partie restante expliquée par la variance intragroupe.

Ce modèle conduit à cinq types de résultat :

- Premièrement, le taux d'ouverture présente un coefficient positif et statistiquement significatif à 1 %. L'ouverture commerciale augmente de manière sensible la part du capital social étranger dans le capital social total, et ceci est dû à des causes multiples. Certains investisseurs s'implantent dans le pays d'accueil non seulement pour accéder au marché local, mais également pour pouvoir par la suite s'étendre ou servir d'autres pays voisins. Par ailleurs Les tenants de la théorie du commerce international considèrent la demande étrangère pour les produits d'un pays donné comme facteur explicatif de l'IDE. A partir d'un certain niveau de cette demande, il est plus avantageux de la satisfaire en implantant une usine de production à l'étranger que par des exportations. Cela rejoint l'idée de substitution de l'IDE aux exportations (ce n'est pas le cas de notre étude), en générale un pays qui est ouvert sur l'extérieur est plus attractif pour les I.D.E.
- Deuxièmement, la productivité des firmes semble avoir un effet significatif sur les I.D.E. Le coefficient de cette variable est certes positif et statistiquement significatif. En effet une progression de la part du capital social détenu par les étrangers est associée à un accroissement plus rapide de la productivité du travail des EAPE que celle des entreprises marocaines.
- Troisièmement, le salaire moyen est un impact négatif et significatif sur le taux de pénétration. Autrement dit, le salaire moyen des EAPE augmente plus rapidement que le salaire moyen des entreprises marocaines. Nos résultats mettent en lumière l'existence d'un effet de concurrence entre les EAPE et les EM. L'entreprise doit tenir compte de sa masse salariale globale qui ne doit pas être supérieure à celle de ses concurrents.
- Quatrièmement, nous observons que l'effet salaire est plus important que l'effet productivité du travail puisque le coefficient du salaire moyen (-0.058) est 2 fois plus élevé que celui de la productivité apparente du travail (0,038). Ce qui signifie que les

EAPE installées au Maroc ont été influencées davantage par les coûts du travail que par la productivité.

- Cinquièmement, le nombre d'entreprise a un impact positif et significatif sur l'attractivité des firmes multinational. l'existence d'un nombre élevé de groupes multinationaux est un facteur d'attractivité pour les futurs investisseurs étrangers.

A. Modèle en prenant compte de la taille du marché

Nous estimons le deuxième modèle en utilisant trois méthodes différentes (MCO, effets fixes et aléatoires), afin de tester notre échantillon de données.

Le nombre total d'observations est de 458, ce qui est suffisant pour produire des estimations fiables. On notera également que T et N sont suffisamment grands. Les résultats estimés sont résumés dans le Tableau 7.

Tableau 11: La modélisation en données de panel de la part du capital social étranger dans le capital social total.

Variable à expliquer : $IDE = \frac{CSEit}{CSTit}$			
CSEit = le capital social étranger investi dans la branche i à l'année t			
CSTit = le capital social total investi dans la branche i à l'année t			
	MCO	Modèle à effet fixe	Modèle à effet aléatoire
l pibH	0.193 (0.039)***	0.148 (0.080)***	0.152 (0.030)***
l NBRE	0.098 (0.007)***	0.056 (0.008)***	0.059 (0.008)***
Lpat	0.056 (0.019)***	0.038 (0.015)**	0.039 (0.015)**
ln sm	-0.127 (0.030)***	-0.076 (0.026)**	-0.083 (0.025)**
OUV	0.103 (0.008)***	0.074 (0.010)***	0.079 (0.010)***
Nombre d'observations	458	458	458
R²	0.509		
R² Within		0.231	0.231
R² Between		0.690	0.692
HT		10.99 (0.06)	

Source : tableau réalisé par nos soins

La colonne 1 présente les résultats sous l'hypothèse qu'il n'y a pas de différences entre les activités industrielles.

En outre l'analyse de la régression (1) durant la période considérée montre que la taille du marché approché par le PIB est réellement déterminante dans l'attraction des IDE au secteur manufacturier, conformément à la prédiction théorique. Autrement dit, la spécification montre que la taille du marché marocain a un effet positif et significatif. Nous observons que l'introduction du PIB par tête renforce la significativité de la productivité apparente du travail relatif et de l'indicateur du travail qualifié puisque les coefficients de régression. En revanche, l'introduction de la taille du marché marocain maintient la significativité globale du modèle.

Une conclusion importante est l'effet positif et significatif de salaire moyen. Ceci est cohérent avec les résultats rapportés par Soufiane Toumi (2009), nos résultats suggèrent que l'industrie avec une forte productivité des travailleurs est susceptible d'être beaucoup plus productif et plus souhaitable pour le compte des investisseurs étrangers.

Le rôle potentiel joué par le nombre d'entreprise s'avère positifs et important pour l'augmentation de la part du capital étranger dans le capital sociale totale. la localisation des entreprises est influencée par l'emplacement des autres entreprises, qui ont investi précédemment (Head et al, 1995)¹⁵.

Après, nous estimons un modèle à effets fixes qui permettra de saisir tout effet dans le temps constant au niveau des industries. Ensuite, nous estimons un modèle à effets aléatoires.

Ces estimations sont ensuite comparées aux coefficients estimés précédemment à l'aide de Test de Hausman.

Afin de choisir entre le modèle à effet fixe et le modèle à effet aléatoire, la théorie économétrique suggère d'effectuer un test d'Hausman (1978) d'absence de corrélation entre les effets individuels non observables et les variables explicatives.

La probabilité du test d'Hausman est inférieur à un seuil de 5% ce qui conduit à rejeter l'hypothèse de non corrélation entre les effets individuels non observés et les autres régresseurs dans le modèle. En effet le test d'Hausman implique la corrélation de ces effets avec les autres variables explicatives dans le modèle, on conclut que le modèle à effet fixe est le plus adéquat.

La méthode des effets individuels présente à peu près les mêmes résultats de la méthode MCO analysé auparavant.

¹⁵ George Agiomirgianakis, Dimitrios Asteriou and K. Papatoma ; « THE DETERMINANTS OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT: A PANEL DATA STUDY FOR THE OECD COUNTRIES » ; Department of Economics Discussion Paper Series No. 03/06

Les résultats ne changent pas de façon spectaculaire à la fois en termes de l'impact quantitatif des coefficients et de leur signification. À la lumière de cette description, il est prouvé que l'augmentation du PIB par habitant qui explique la taille du marché a un effet positif sur l'attraction des entreprises qui adoptent la stratégie horizontale c'est-à-dire produire pour desservir le marché national. L'effet dominant de ce facteur a été largement étudié dans la littérature et nos résultats confirment qu'il est de grande ampleur dans l'attraction de capital étranger. Le coefficient sur l'ouverture encore reste positif et significatif renforcer sa robustesse. De même, plusieurs études ont souligné l'importance d'un régime commercial libéral par rapport à un régime d'économie fermée. Sianesi (1995) en utilisant les données du Sud-Est asiatique examine le rôle du protectionnisme comme un proxy pour régime de commerce et signaler qu'il est corrélée négativement avec les entrées d'IDE. Pfaffermayr (1994) a montré l'existence d'une relation positive entre les flux d'IDE et le volume des échanges entre les pays et il a constaté qu'un investisseur étranger à intérêt à investir dans un pays qui est ouvert. Les autres auteurs en utilisant des données sectorielles ont confirmé que l'ouverture au commerce joue un rôle important et positif pour attirer les entreprises.

Dans tous les régressions le ratio relatif du taux d'ouverture influence fortement la part du capitale social détenu par les étrangers ce qui nous invite à déduire que l'ouverture et les politiques orientées vers l'extérieur jouent aussi un rôle important dans l'attractivité des EAPE. Cette ouverture nous paraît fondamentale car elle peut générer une croissance forte et durable.

Conclusion

Nous avons cherché tout au fil de ce travail à déceler les déterminants des investissements extérieurs manufacturiers dans le cas de l'économie marocaine et de faire un diagnostic sur les différents facteurs qui influencent leurs décisions d'implantation dans le cadre de la problématique d'attractivité des territoires et les choix stratégiques des firme attirer par ce secteur.

Cette recherche s'est inscrite d'une part dans le cadre de la tendance à la globalisation de l'économie et à l'ouverture des marchés qui a engendré une expansion sans précédent des IDE. L'importante croissance de l'investissement étranger a orienté la réflexion théorique vers la recherche des différents déterminants en tant que variables explicatives des unités émettrices d'investissement étranger.

Elle est intervenue d'autre part après une époque où les difficultés et sociale impose aux pays en développement un bouleversement de leur politiques économique.

L'ouverture du marché intérieur, la promotion des exportations, la libéralisation du système financier, la privatisation des entreprises publiques et l'encouragement des excessif des IDE constituent des mesures visant la création d'un climat favorable au développement économique. Cette nouvelle orientation accorde une place privilégiée à l'IDE, lui assigne un

rôle décisif dans l'œuvre de développement interne et le considère comme un facteur stratégique dans l'insertion internationale de l'économie du pays.

Depuis le début de la décennie 80, le Maroc à l'instar des pays du sud a suivi cette voie. Notre travail qui puise son intérêt des éléments traités ci-dessus s'est fixé comme objectif l'étude des déterminants des IDE manufacturier au Maroc.

Pour répondre à la question qui nous a préoccupé, nous nous sommes basés sur la littérature théorique et empirique traitant la problématique de l'attractivité et les données du Ministère du commerce et de l'industrie et des nouvelles technologies. Aussi, pour le besoin de cette étude nous avons fait appel à des données qui proviennent de site de la banque mondiale. Nous avons, par la suite, essayé d'expliquer l'attractivité du Maroc pour les IDE manufacturiers en utilisant les outils statistiques et économétriques (l'économétrie des données de panel).

L'analyse fine des déterminants des IDE manufacturiers a exigé, en premier lieu, la connaissance de la littérature théorique et empirique, a nécessité en deuxième lieu la compréhension de la stratégie des investisseurs étrangers qui opèrent dans le secteur manufacturier et ceci dans le but d'évaluer la nature et l'ampleur des déterminants des IDE de transformation.

La recherche des facteurs explicatifs des IDE manufacturiers et la stratégie d'implantation des firmes hors de leurs frontières nationales nous ont amené à regrouper les différents déterminants recensés en deux types. Le premier concentre les potentialités offertes par le marché d'accueil. Le deuxième considère les coûts à l'échelle internationale.

Le repérage de ces deux types de comportement nous a conduit dans un deuxième temps à nous intéresser à la vérification empirique pour voir laquelle des explications permet de rendre compte du comportement des EAPE installées au Maroc.

L'analyse détaillée activité par activité de la population des entreprises en question nous a permis de nous arrêter sur un constat qui nous semble important à savoir que les deux types de comportement se rencontrent dans le cas du Maroc avec un certain décalage correspondant à la concordance de facteurs internes (politique économique marocaine) et externes (stratégie des firmes dans le contexte international) pour créer les conditions favorables à tel ou tel type de stratégie.

Avant la fin des années 70, les investisseurs étrangers intervenaient au Maroc pour y installer des unités de production pour satisfaire les besoins du marché national. Cette stratégie devait profiter de la politique de protection du marché domestique et du système d'encouragement des industries de substitution des importations. Le noyau dur dynamique relevant de cette stratégie a ainsi été créé avant 1979. Actuellement, l'augmentation du capital étranger et des investissements de ce noyau expliquent, pour une grande part, la continuité de la progression des capacités étrangères de production pour suivre la progression du marché local. Ceci étant, l'exiguïté de ce marché, le pouvoir de préemption et le comportement oligopolistique du noyau des EAPE semblent limiter l'implantation de nouvelles grandes entreprises et réduire l'installation des petites et moyennes unités de production dans les branches industrielles de

prédilection. Les opportunités offertes par le marché national et les conditions de la production sont autant de facteurs qui ont motivé l'implantation étrangère au Maroc comme le montre d'ailleurs différentes études et enquêtes. Mais face à la baisse du pouvoir d'achat de la population et la diminution de la protection du marché, il paraît que le pouvoir d'attraction du territoire national se réduit.

Depuis le début des années 80, les investisseurs étrangers s'intéressent plus aux avantages comparatifs dont dispose le pays et s'alignent sur la nouvelle politique économique nationale. Ils accroissent de manière importante les capacités de production et privilégient certaines branches industrielles pour des raisons liées aux avantages comparatifs du pays et aux avantages spécifiques et opportunités offertes par les activités de prédilection. Cette montée s'effectue, essentiellement, par la création de nouvelles unités de production de petites tailles et par l'augmentation du capital et vient accroître de manière rapide le patrimoine industriel contrôlé par les étrangers.

Ainsi, les I.D.E sont expliqués par la théorie « synthétique » de J.L. Mucchielli comme un comportement des firmes qui visent à exploiter les disparités existantes au niveau de l'espace international de matières et ressources naturelles.

Ce comportement n'a commencé à se développer au Maroc qu'à partir du début de la décennie 80 avec le changement de la politique économique en faveur de l'ouverture sur le marché international.

Cette nouvelle orientation a conduit les investisseurs étrangers à accroître de manière importante leur capacité de production dans certaines branches industrielles.

La progression des EAPE ayant adopté cette stratégie s'est faite, essentiellement, par la création de nouvelles unités de production de petites tailles et par les extensions et les augmentations du capital.

Enfin dans le cadre de ce modèle, en considérant le Maroc comme le seul pays d'accueil, nous avons cherché à déceler les facteurs explicatifs d'attractivité des entreprises étrangères des activités manufacturières et nous avons essayé de tester la pénétration effective du capital social étranger dans l'économie marocaine, en prenant en compte les interactions entre les entreprises étrangères et les entreprises marocaines.

A partir de l'application d'un modèle économétrique en données de panel, il s'avère que le salaire moyen, le taux d'ouverture et la productivité apparente du travail sont significatifs de l'attractivité des capitaux étrangers. Il s'agit d'un résultat conforme à la théorie traditionnelle de l'implantation des entreprises multinationales. Ensuite, on a introduit la variable PIB par habitant pour prendre en compte de la taille de marché comme un facteur explicatif supplémentaire de l'attractivité des activités productives.

Outre l'utilisation de facteur explicatif de la localisation des activités productives, tels que le salaire moyen, a montré que malgré tous les efforts fournis dans cette direction le déterminant prépondérant qui attire les multinationales sur le territoire reste l'avantage de coût salarial qui est un avantage naturel.

Dans ce contexte, le Maroc est appelée tout d'abord à renforcer son avantage comparatif de coût, ensuite à réviser sa stratégie de promotion pour cibler des nouveaux investisseurs à caractéristiques différentes. Aussi, il est vital de poursuivre la politique adoptée en matière d'amélioration de la qualité de la main d'œuvre (au niveau d'enseignement et de formation) tout en mobilisant davantage des fonds.

Nous constatons la forte sensibilité des EAPE à la dynamique des salaires de l'économie marocaine. Nos résultats confirment ainsi l'importance des politiques orientées vers l'extérieur et nous laissent conclure la présence du modèle d'IDE de type vertical. Néanmoins, la taille du marché joue également un rôle dans l'attraction du capital étranger. Nous expliquons ce paradoxe par l'existence d'un comportement spécifique à chaque secteur. Premièrement, les EAPE des (INDUSTRIE DE L'HABILLEMENT ET DES FOURRURES) et (INDUSTRIE DU CUIR ET DE LA CHAUSSURE) qui mènent des stratégies verticales motivées par la minimisation des coûts de production et par les politiques d'ouverture économique. Deuxièmement, les industries des FABRICATION D'AUTRES PRODUITS MINERAUX NON METALLIQUES),(METALLURGIE) et (TRAVAIL DES METAUX) qui mènent des stratégies horizontales qui consistent à produire pour servir les consommateurs marocains. En revanche, nous ne pouvons pas nous prononcer quant aux secteurs dans lesquels les EAPE combinent les deux types de stratégies.

Bibliographie

1. Articles et communications:

- Abouch Mohamed, Maarouf Abdelouahab « Déterminants des investissements directs étrangers au Maroc .Elément d'analyse », *Critique économique n19 ; Hiver printemps 2007.*
- Agiomirgianakis George, Asteriou Dimitrios and K. Papatoma : « THE DETERMINANTS OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT: APANEL DATA STUDYFOR THE OECD COUNTRIES. », *Department of Economics Discussion Paper Series, No. 03/06.*
- Anyanwu John (2011): “Determinants of Foreign Direct Investment Inflows to Africa,1980-2007”, *AFRICAN DEVELOPMENT BANK GROUP, Working Paper, No. 136 September 2011*
- Bouoiyour J.(2007):«The Determining Factors Of Foreign Direct Investment In Morocco», *Saving and Development, Issue1, pp. 91-115.*
- Bouoiyour J. Et Toufik S. (2002) :«Interaction entre investissements directs étrangers, productivité et capital humain. Cas des industries manufacturières marocaines», *Communication au GDRICNRS EMMA, Pau, 21-22 Septembre.*
- Bruce A. Blonigen. (2005): « A REVIEW OF THE EMPIRICAL LITERATURE ON FDI DETERMINANTS », *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH, Working Paper 11299* <http://www.nber.org/papers/w11299>.
- DRISS Slim (2007) : « L'ATTRACTIVITÉ DES INVESTISSEMENTS DIRECTS ÉTRANGERS INDUSTRIELS EN TUNISIE », *Revue Région et Développement n° 25-2007.*
- Dunning, J.H. (1993): « *Multinational Enterprises and the Global Economy* », *Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.*
- El Issaoui Khadija (2008) : Colloque international : Ouverture et émergence en Méditerranée « Une analyse empirique pour l'attractivité du Maroc pour le capital étranger ».
- Lévasseur Sandrine,(2002)« Investissements directs à l'étranger et stratégies des entreprises multinationales », *Revue de l'OFCE, 2002/5n° 83 bis, p. 103-152. DOI : 10.3917/reof.074.0103*
- Mucchielli Jean-louis (1992) :« Déterminants de la localisation et firmes multinationales. Analyse synthétique et application aux firmes japonaises en Europe. », *Revue économique .Volume 43, n 4 , 1992. Pp. 647-660.*
- RIOUX MICHÈLE (2012), « théories des firmes multinationales et des réseaux économiques transnationaux.»,

CAHIER DE RECHERCHE – CEIM.

- Sekkat Khalid (2012) : « FDI Inflows to the MENA Region: An Empirical Assessment of their Determinant and , Impact on Development », *Research n°FEM21-15, Université Libre de Bruxelles, Belgique.*
- Toumi Sofiane (2009): « Facteurs d'attractivité des investissements directs étrangers en Tunisie. », *L'Actualité économique, vol.85, n° 2, 2009, p. 209-237, <http://id.erudit.org/iderudit/044254ar>*

2. Theses et memoires:

- Abdellatif NOUREDDINE, (2010) « La localisation et l'attractivité territoriale des investissements directs étrangers : essai de modélisation économétrique. », *Thèse du Doctorat, Université Ibn Zohr Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales Agadir.*
- EL HASSAN Mohamad Yasser, (2006) « L'investissement direct étranger et son dynamisme pour l'économie nationale du pays d'accueil (Le cas du Liban) ».
Fouguig Brahim, (2001) « Investissements directs étrangers et commerce extérieur : Cas de l'industrie Manufacturière Au Maroc », *Thèse du doctorat, Université Mohamed 5 Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales rabat Souissi.*

3. Ouvrages et rapports:

- Adil Hidane, Fatima Bernoussi, MounaTourkamni : « Diagnostic de l'attractivité du Maroc pour les investissements directs étrangers. », *Ministère de l'économie et de la privatisation, Document de travail n82, Novembre2002.*
- CNUCED (2013), « Global value chaine. Investment and trade for developement », *world investment report, 2013.*
- Direction des études et des prévisions financière : « Compétitivité des exportations marocaine : quel bilan ? », *Ministère de l'économie et des finances, Mai 2013.*
- Emmanuel Noutary, ManalTabet, équipe ANIMA, « Les pays émergents investissent la Méditerranée Bilan 2012 de l'attractivité des pays MED en matière d'investissement étranger », *Etude N °65, Octobre 2013, ANIMA Investment Network*
- *Manuel de l'OCDE sur les indicateurs de la mondialisation économique ; OCDE 2005.*
William Greene : « économétrie », *5ème édition, Edition française Dirigée par Didier sehlachter, Théophile Azomahon, Stéphanie Morjon ; Pearson édition.*

Annexe

- **Ecriture matricielle du modèle à effets fixes et du modèle à effets aléatoires (William Greene 7e édition)**
Page (345-365)

11.4 Le modèle à effets fixes

Le modèle à effets fixes repose sur l'hypothèse que les effets omis, c_i , dans le modèle général

$$y_{it} = \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + c_i + \varepsilon_{it},$$

sont corrélés avec les variables incluses. Sous une forme générale,

$$E[c_i | \mathbf{X}_i] = h(\mathbf{X}_i). \quad (11-11)$$

Comme la moyenne conditionnelle est la même pour toutes les périodes, le modèle se réécrit

$$\begin{aligned} y_{it} &= \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + h(\mathbf{X}_i) + \varepsilon_{it} + [c_i - h(\mathbf{X}_i)] \\ &= \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + \alpha_i + \varepsilon_{it} + [c_i - h(\mathbf{X}_i)]. \end{aligned}$$

Par construction, le terme entre crochets n'est pas corrélé avec \mathbf{X}_i . On peut donc l'inclure dans la perturbation et écrire le modèle comme

$$y_{it} = \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + \alpha_i + \varepsilon_{it}. \quad (11-12)$$

Une autre hypothèse implicite est que $\text{Var}[c_i | \mathbf{X}_i]$ est constante. Alors, (11-12) devient un modèle de régression linéaire classique. (Nous reviendrons bientôt sur l'hypothèse d'homoscédasticité.) Le modèle à effets fixes dans (11-11) ne signifie pas qu'une variable est « fixe » dans ce contexte et aléatoire ailleurs. La formulation à effets fixes signifie que les différences entre individus peuvent être captées par les différences dans le terme constante.³ Chaque α_i est un paramètre inconnu à estimer.

Une limite de la méthode à effets fixes est que toute variable **invariante dans le temps** dans \mathbf{x}_{it} imitera le terme constant spécifique individuel. Prenons les exemples 11.1 et 11.3 dans lesquels la formulation à effets fixes est

$$\ln \text{Salaire}_{it} = \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + [\beta_{10}\text{Instr}_i + \beta_{11}\text{Fem}_i + \beta_{12}\text{Noir}_i + c_i] + \varepsilon_{it}.$$

Le modèle à effets fixes intégrera les quatre derniers termes de la régression dans α_i . Les coefficients des variables invariantes dans le temps ne peuvent être estimés.

11.4.1 Estimation des moindres carrés

Soient \mathbf{y}_i et \mathbf{X}_i les T observations de la i -ième unité, \mathbf{i} la colonne $T \times 1$ de 1, et $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ le vecteur $T \times 1$ des perturbations.⁴ Alors,

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{X}_i\boldsymbol{\beta} + \mathbf{i}\alpha_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i.$$

3. Il est possible de faire varier les coefficients de pente entre i . Cependant, cette méthode introduit de nouvelles questions méthodologiques et une certaine complexité dans les calculs [voir Cornwell et Schmidt (1984)].

4. On s'appuie sur l'hypothèse d'une taille de groupe fixe, T , purement pour des raisons pratiques. Le cas non cylindré, comme l'a noté à la section 11.2.4, n'est qu'une variante mineure.

En regroupant les termes, on a

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{i} & \dots & \mathbf{0} \\ & & \ddots & \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{i} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

ou

$$y = [X \quad \mathbf{d}_1 \quad \mathbf{d}_2, \dots, \mathbf{d}_n] \begin{bmatrix} \beta \\ \alpha \end{bmatrix} + \varepsilon, \quad (11-13)$$

où \mathbf{d}_i est une variable indicatrice (ou variable muette) correspondante à la i -ième unité. Soit la matrice $\mathbf{D} = [\mathbf{d}_1, \mathbf{d}_2, \dots, \mathbf{d}_n]$ de dimension $nT \times n$. Les nT lignes rassemblées donnent

$$y = X\beta + D\alpha + \varepsilon.$$

Ce modèle, souvent appelé **modèle des moindres carrés à variables indicatrices** (*least squares dummy variable, LSDV*), est une régression classique. Il peut être estimé, si n est suffisamment petit, par les MCO avec K régresseurs dans X et n colonnes dans \mathbf{D} , comme une régression multiple avec $K + n$ paramètres. Bien évidemment, si n est de l'ordre de plusieurs milliers, le modèle dépassera la capacité de stockage de tout ordinateur. Cependant, on peut utiliser des résultats connus sur une régression partitionnée pour réduire la taille du calcul.⁵ On écrit l'estimateur des moindres carrés de β comme

$$b = [X'M_D X]^{-1} [X'M_D y] = b^{intra}, \quad (11-14)$$

où

$$M_D = I - D(D'D)^{-1}D'.$$

Cela correspond à la régression des moindres carrés utilisant les données transformées $X_* = M_D X$ et $y_* = M_D y$. La structure de \mathbf{D} est très commode; ses colonnes sont orthogonales, ainsi

$$M_D = \begin{bmatrix} M^0 & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & M^0 & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ & & \dots & & \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & M^0 \end{bmatrix}.$$

Chaque matrice sur la diagonale est

$$M^0 = I_T - \frac{1}{T} \mathbf{i} \mathbf{i}'. \quad (11-15)$$

La prémultiplication de tout vecteur \mathbf{z}_i de dimension $T \times 1$ par M^0 crée $M^0 \mathbf{z}_i = \mathbf{z}_i - \bar{z}_i \mathbf{i}$. (Notons que la moyenne est calculée seulement sur les T observations de l'unité i .) Alors, la régression des moindres carrés de $M_D y$ sur $M_D X$ est équivalente à celle de $[y_{it} - \bar{y}_i]$ sur $[x_{it} - \bar{x}_i]$, où \bar{y}_i et \bar{x}_i sont respectivement le scalaire et le vecteur $K \times 1$

5. Voir le théorème 3.3.

des moyennes de y_{it} et \mathbf{x}_{it} sur les T observations du groupe i .⁶ Les coefficients des variables indicatrices peuvent être trouvés à partir de l'autre équation normale dans la régression partitionnée :

$$\mathbf{D}'\mathbf{D}\mathbf{a} + \mathbf{D}'\mathbf{X}\mathbf{b} = \mathbf{D}'\mathbf{y}$$

ou
$$\mathbf{a} = [\mathbf{D}'\mathbf{D}]^{-1}\mathbf{D}'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b}).$$

Il en résulte que pour chaque i ,

$$a_i = \bar{y}_i - \bar{\mathbf{x}}_i' \mathbf{b}. \tag{11-16}$$

L'estimateur approprié de la covariance asymptotique de \mathbf{b} est

$$\text{Var Asy. Est.}[\mathbf{b}] = s^2[\mathbf{X}'\mathbf{M}_D\mathbf{X}]^{-1} = s^2[\mathbf{S}_{xx}^{intra}]^{-1}, \tag{11-17}$$

qui utilise la matrice de moments seconds avec les \mathbf{x} exprimés en termes d'écart par rapport à leurs moyennes par groupe respectives. L'estimateur de la variance de la perturbation est

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (y_{it} - \mathbf{x}_{it}'\mathbf{b} - a_i)^2}{nT - n - K} = \frac{(\mathbf{M}_D\mathbf{y} - \mathbf{M}_D\mathbf{X}\mathbf{b})'(\mathbf{M}_D\mathbf{y} - \mathbf{M}_D\mathbf{X}\mathbf{b})}{nT - n - K}. \tag{11-18}$$

Le it -ième résidu utilisé dans ce calcul est

$$e_{it} = y_{it} - \mathbf{x}_{it}'\mathbf{b} - a_i = y_{it} - \mathbf{x}_{it}'\mathbf{b} - (\bar{y}_i - \bar{\mathbf{x}}_i'\mathbf{b}) = (y_{it} - \bar{y}_i) - (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)'\mathbf{b}.$$

Ainsi, le numérateur dans s^2 est précisément la somme des carrés des résidus utilisant les coefficients des moindres carrés et les données sous la forme d'écart à la moyenne. Cependant, comme ce calcul emploie $nT - K$ au lieu de $nT - n - K$ dans le dénominateur pour déterminer s^2 , une correction est nécessaire. Pour les effets individuels,

$$\text{Var Asy.}[a_i] = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{T} + \bar{\mathbf{x}}_i' \{ \text{Var Asy.}[\mathbf{b}] \} \bar{\mathbf{x}}_i, \tag{11-19}$$

ce qui signifie qu'un estimateur simple fondé sur s^2 peut être calculé.

11.4.2 Les propriétés asymptotiques avec T petit

À partir de (11-17), on a

$$\begin{aligned} \text{Var Asy.}[\mathbf{b}] &= \sigma_\varepsilon^2[\mathbf{X}'\mathbf{M}_D\mathbf{X}]^{-1} \\ &= \frac{\sigma_\varepsilon^2}{n} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbf{X}_i'\mathbf{M}^0\mathbf{X}_i \right]^{-1} \\ &= \frac{\sigma_\varepsilon^2}{n} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)(\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)' \right]^{-1} \end{aligned}$$

6. Un cas spécial intéressant correspond à $T = 2$. On peut voir alors que la régression des moindres carrés est réalisée avec $nT/2$ observations en différence première, en régressant l'observation $(y_{i2} - y_{i1})$ [et son opposé] sur $(\mathbf{x}_{i2} - \mathbf{x}_{i1})$ [et son opposé].

$$\begin{aligned}
&= \frac{\sigma_\varepsilon^2}{n} \left[T \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)(\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)' \right]^{-1} \\
&= \frac{\sigma_\varepsilon^2}{n} [T \bar{S}_{xx,i}]^{-1}.
\end{aligned} \tag{11-20}$$

Comme l'estimateur des moindres carrés est non biaisé dans ce modèle, la question de convergence (en moyenne quadratique) tourne autour de la matrice de covariance. La matrice précédente converge-t-elle vers 0? Il est important de préciser la notion de convergence. Dans cette configuration, l'augmentation de la taille de l'échantillon se réfère à une augmentation de n (c'est-à-dire le nombre de groupes). La taille du groupe, T , est supposée fixe. Le scalaire dans l'expression diminue lorsque n augmente. La matrice entre crochets est T fois la moyenne des n matrices de covariance intragroupes des variables dans \mathbf{X}_i . Si les données sont régulières, on peut supposer que la matrice entre crochets ne converge pas vers la matrice zéro (ou une matrice ayant les zéros sur la diagonale). Sur cette base, on peut s'attendre à une convergence de l'estimateur des moindres carrés. Ce résultat requiert une variation intragroupe dans les données. Il s'effondre si \mathbf{X}_i contient des variables invariantes dans le temps car des zéros sont présents sur la diagonale de la matrice entre crochets. Ce résultat révèle la nature du problème des données de l'OMS dans l'exemple 11.4.

Considérons maintenant le résultat dans (11-19) pour la variance asymptotique de a_i . On suppose comme précédemment que \mathbf{b} est convergent. Avec une augmentation de n , la variance asymptotique de a_i diminue jusqu'à la borne inférieure de σ_ε^2/T qui ne converge pas vers 0. Les estimateurs de α_i dans le modèle à effets fixes ne sont pas convergents puisqu'ils gravitent autour de faux paramètres et que leurs variances asymptotiques ne convergent pas vers 0 même lorsque la taille de l'échantillon s'accroît. Nous pouvons le voir dans (11-16) où chaque a_i est estimé avec les seules T observations – on suppose que n était infini, donc que β était connu, alors que T n'augmente pas. Les termes constants ne sont pas convergents à moins que $T \rightarrow \infty$, ce qui n'est pas supposé dans le modèle.

11.4.3 Test de significativité des effets individuels

Le t -ratio pour a_i peut être employé pour tester l'hypothèse selon laquelle α_i est égal à 0. Cependant, cette hypothèse sur un groupe spécifique est inutile. Si on s'intéresse à la différence entre groupes, on peut tester l'hypothèse d'égalité entre les termes constants avec un test F . Sous l'hypothèse nulle d'égalité, l'estimateur efficace est celui des moindres carrés groupés. Le ratio F pour ce test est

$$F(n-1, nT-n-K) = \frac{(R_{LSDV}^2 - R_{Groupé}^2)/(n-1)}{(1 - R_{LSDV}^2)/(nT-n-K)}, \tag{11-21}$$

où $LSDV$ représente le modèle à variables indicatrices et $Groupé$ le modèle groupé ou contraint avec une seule constante. De manière alternative, le modèle peut être estimé avec une constante et $n-1$ variables indicatrices. Les autres résultats (c'est-à-dire, les coefficients des moindres carrés, s^2 , R^2) restent inchangés. En revanche, au lieu d'estimer α_i , chaque coefficient associé à une variable indicatrice fera une estimation de $\alpha_i - \alpha_1$ où l'individu « 1 » est omis. Le test F selon lequel les coefficients de ces

$n - 1$ variables indicatrices valent 0 est identique au test F précédent. Bien que ces résultats statistiques soient les mêmes, l'interprétation des coefficients des variables indicatrices est différente entre les deux formulations.

11.4.4 Effets temporels et individuels fixes

La méthode des moindres carrés à variables indicatrices peut être généralisée au cas des effets temporels. Le modèle étendu est

$$y_{it} = \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + \alpha_i + \delta_t + \varepsilon_{it}. \quad (11-22)$$

Il correspond au précédent avec l'inclusion de $T - 1$ variables indicatrices supplémentaires. (Un effet temporel doit être supprimé pour éviter la parfaite colinéarité - la somme des effets individuels et celle des effets temporels sont égales à 1.) Si le nombre de variables est trop élevé pour la régression ordinaire, on utilisera la régression partitionnée.⁷ Il y a une asymétrie dans la formulation puisque les effets individuels sont des constantes spécifiques individuelles alors que les effets temporels sont **au contraire** des comparaisons à une période de base (laquelle est exclue de la régression). La forme symétrique du modèle est

$$y_{it} = \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + \mu + \alpha_i + \delta_t + \varepsilon_{it}, \quad (11-23)$$

où les n et T effets sont inclus, mais avec les restrictions

$$\sum_i \alpha_i = \sum_t \delta_t = 0.$$

Les estimations des moindres carrés des coefficients sont obtenues par la régression de

$$y_{*it} = y_{it} - \bar{y}_i. - \bar{y}_{.t} + \bar{\bar{y}} \quad (11-24)$$

sur

$$\mathbf{x}_{*it} = \mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i. - \bar{\mathbf{x}}_{.t} + \bar{\bar{\mathbf{x}}},$$

où les moyennes spécifiques temporelles et la moyenne générale sont

$$\bar{y}_{.t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{it} \quad \text{et} \quad \bar{\bar{y}} = \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T y_{it},$$

et de manière similaire pour $\bar{\mathbf{x}}_{.t}$ et $\bar{\bar{\mathbf{x}}}$. La constante et les coefficients des variables indicatrices sont donnés par

$$\begin{aligned} \hat{\mu} &= m = \bar{\bar{y}} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}'\mathbf{b}, \\ \hat{\alpha}_i &= a_i = (\bar{y}_i. - \bar{\bar{y}}) - (\bar{\mathbf{x}}_i. - \bar{\bar{\mathbf{x}}})'\mathbf{b}, \\ \hat{\delta}_t &= d_t = (\bar{y}_{.t} - \bar{\bar{y}}) - (\bar{\mathbf{x}}_{.t} - \bar{\bar{\mathbf{x}}})'\mathbf{b}. \end{aligned} \quad (11-25)$$

7. L'algèbre matricielle et le développement théorique des modèles de panel à deux effets sont complexes [voir, par exemple, Baltagi (2008)]. Heureusement, l'application est beaucoup plus simple. Comme les programmes informatiques permettent des douzaines (voire des centaines) de régresseurs, on peut manier presque toutes les applications comprenant un second effet fixe simplement en incluant un ensemble de variables indicatrices pour celui-ci.

La covariance asymptotique estimée de \mathbf{b} est déterminée par les sommes des carrés et des produits croisés de \mathbf{x}_{*it} calculées dans (11-24) et

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (y_{it} - \mathbf{x}'_{it} \mathbf{b} - m - a_i - d_t)^2}{nT - (n - 1) - (T - 1) - K - 1} \quad (11-26)$$

Si l'un parmi n ou T est petit tandis que l'autre est grand, on aura intérêt à traiter l'ensemble plus petit comme un ensemble ordinaire de variables et à appliquer les résultats précédents sur le modèle à un type d'effets fixes défini par l'ensemble plus grand. Dans la pratique, ce modèle, bien que plus général, est peu employé. La première raison est son coût injustifié en termes de degrés de liberté. La seconde est qu'un autre modèle, plus général que cette formulation à variables indicatrices, est souvent utilisé pour modéliser l'évolution temporelle de la perturbation.

11.4.5 Variables invariantes dans le temps et décomposition vectorielle des effets fixes

La présence des variables invariantes dans le temps (VIT) dans la régression à effets communs est un problème fastidieux pour l'analyste. L'estimateur du modèle à effets fixes (MEF) ne prend pas en compte ces VIT. L'écriture du MEF avec un ensemble de variables invariantes dans le temps est

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\boldsymbol{\gamma} + \mathbf{D}\boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{\varepsilon},$$

avec \mathbf{Z} , la matrice de M VIT, ce qui implique une multicollinéarité. Les colonnes de la matrice \mathbf{D} étant un ensemble complet de n variables indicatrices, toute variable invariante dans le temps dans \mathbf{Z} peut être écrite comme une combinaison linéaire de ces colonnes. Soit la m -ième colonne de \mathbf{Z} la variable invariante dans le temps, $\mathbf{Z}(m) = (z_{m1}, z_{m1}, \dots, z_{m2}, z_{m2}, \dots, \dots, z_{mn}, z_{mn}, \dots)'$; dont chaque valeur, z_{mi} , est répétée T_i fois. Alors $\mathbf{Z}(m)$ est égale à $\mathbf{D}\mathbf{z}_m$ où \mathbf{z}_m est le vecteur $(z_{m1}, z_{m2}, \dots, z_{mn})'$ de dimension $n \times 1$. En regroupant les M colonnes, on a $\mathbf{Z} = \mathbf{D}\mathbf{Z}_n$ où \mathbf{Z}_n est la matrice $(\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{z}_m)$ de dimension $n \times m$. Avec l'estimateur LSDV de $(\boldsymbol{\beta}', \boldsymbol{\gamma}')$ dans (11-14) utilisant les variables transformées $\mathbf{M}_D[\mathbf{X}, \mathbf{Z}]$, les colonnes de \mathbf{Z} sont transformées en écarts aux moyennes par groupe, qui sont nuls, puisque \mathbf{Z} correspond déjà à des moyennes des périodes, et la matrice des données transformées devient $(\mathbf{M}_D\mathbf{X}, \mathbf{0})$; \mathbf{Z} étant déjà sous la forme de moyennes par groupe, les écarts à ces moyennes sont nuls. L'estimateur LSDV ne peut être calculé avec les VIT. Théoriquement, $\boldsymbol{\gamma}$ n'est pas identifié. Aucune donnée ne permet de séparer $\boldsymbol{\gamma}$ de $\boldsymbol{\alpha}$. Le modèle serait

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{D}(\mathbf{Z}_n\boldsymbol{\gamma}) + \mathbf{D}\boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{D}[\mathbf{Z}_n\boldsymbol{\gamma} + \boldsymbol{\alpha}] + \boldsymbol{\varepsilon}.$$

Dans le cas des effets fixes, la restriction identifiante est $\boldsymbol{\gamma} = \mathbf{0}$. C'est-à-dire que dans un tel modèle, les coefficients des VIT ne sont pas identifiés en termes de moments des données, ce qui impose qu'ils soient fixés à 0 pour identifier $\boldsymbol{\alpha}$.

Plümper et Troeger (2007) ont proposé une procédure en trois étapes, appelée **décomposition vectorielle des effets fixes** (*Fixed effects vector decomposition*, FEVD),

qui suggère une solution au problème d'estimation des coefficients des VIT dans un modèle à effets fixes et qui améliore l'efficacité de l'estimation des paramètres.

Étape 1. Régression linéaire de \mathbf{y} sur \mathbf{X} et \mathbf{D} pour estimer $\boldsymbol{\alpha}$. Autrement dit, on calcule l'estimateur LSDV de $\boldsymbol{\beta}$ dans (11-14) et on utilise (11-16) pour déterminer les estimations des constantes individuelles.

Étape 2. Régression linéaire de n constantes estimées, $a_i, i = 1, \dots, n$, sur un terme constant et \mathbf{Z}_n . Cette régression donne les n résidus, \mathbf{h}_n . On calcule ensuite $\mathbf{h} = \mathbf{D}\mathbf{h}_n$.

Étape 3. Régression linéaire de \mathbf{y} sur $[\mathbf{X}, (\mathbf{i}, \mathbf{Z}), \mathbf{h}]$, où \mathbf{i} est le terme constant général, pour estimer $(\boldsymbol{\beta}, \alpha^0, \boldsymbol{\gamma}, \boldsymbol{\delta})$ dans $\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \alpha^0 + \mathbf{Z}\boldsymbol{\gamma} + \mathbf{h}\boldsymbol{\delta} + \boldsymbol{\varepsilon}$.

Cette suggestion est intéressante pour l'analyse de ce chapitre. De récentes études [Breusch, Ward, Nguyen et Kompas (2010), Chatelain et Ralf (2010) et Greene (2010)] ont montré que l'étape 3 reproduit simplement les étapes 1 et 2. Cependant, la matrice de covariance de l'estimateur de $\boldsymbol{\beta}$ y est plus petite que celle dans (11-17).

Nous allons prouver les résultats ci-après :

FEVD.1 Les coefficients estimés de \mathbf{X} à l'étape 3 sont identiques à ceux obtenus à l'étape 1.

FEVD.2 Les coefficients estimés de (\mathbf{i}, \mathbf{Z}) à l'étape 3 sont identiques à ceux obtenus à l'étape 2.

FEVD.3 Le coefficient estimé de \mathbf{h} à l'étape 3 est égal à 1.

FEVD.4 La somme des résidus au carrés de la régression à l'étape 3 est identique à celle de l'étape 1.

FEVD.5 Le s^2 calculé à l'étape 3 est plus petit que celui calculé à l'étape 1.

FEVD.6 La matrice de covariance asymptotique de l'estimateur de $\boldsymbol{\beta}$ à l'étape 3 est plus petite que celle obtenue à l'étape 1 (même si les estimations sont algébriquement identiques) à cause de FEVD.5 et de la matrice utilisée, qui est plus petite.

Les preuves sont les suivantes : nous écrivons les résultats de trois régressions des moindres carrés comme

$$\text{(Étape 1)} \quad \mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b}_{\text{LSDV}} + \mathbf{D}\mathbf{a}_{\text{LSDV}} + \mathbf{e}_{\text{LSDV}},$$

$$\text{(Étape 2)} \quad \mathbf{a}_{\text{LSDV}} = \mathbf{W}_n\mathbf{c}_{\text{LSDV}} + \mathbf{h}_n, \text{ où } \mathbf{W}_n = (\mathbf{i}_n, \mathbf{Z}_n),$$

$$\text{(Étape 3)} \quad \mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b}_{\text{FEVD}} + \mathbf{W}\mathbf{c}_{\text{FEVD}} + \mathbf{h}d_{\text{FEVD}} + \mathbf{e}_{\text{FEVD}}, \text{ où } \mathbf{W} = (\mathbf{i}, \mathbf{Z}).$$

Ainsi, à l'étape 3, \mathbf{W} inclut les M VIT et une constante générale. Pour commencer, nous montrons que $\mathbf{e}_{\text{LSDV}} = \mathbf{e}_{\text{FEVD}}$. Nous avons $\mathbf{Z} = \mathbf{D}\mathbf{Z}_n$ et $\mathbf{i} = \mathbf{D}\mathbf{i}_n$, où \mathbf{i}_n est un vecteur $n \times 1$ de 1. Les résidus à l'étape 2 sont $\mathbf{h}_n = \mathbf{a}_{\text{LSDV}} - \mathbf{W}_n\mathbf{c}_{\text{LSDV}}$ et $\mathbf{h} = \mathbf{D}\mathbf{h}_n$. Par conséquent, le résultat à l'étape 3 équivaut à

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b}_{\text{FEVD}} + \mathbf{D}\mathbf{a}_{\text{LSDV}} + \mathbf{D}\mathbf{W}_n\mathbf{c}_{\text{FEVD}} - \mathbf{D}\mathbf{W}_n\mathbf{c}_{\text{LSDV}}(d_{\text{FEVD}}) + \mathbf{e}_{\text{FEVD}}. \quad (11-27)$$

Les deux premiers termes sont les prédictions de la régression linéaire de \mathbf{y} sur \mathbf{X} et \mathbf{D} , les troisième et quatrième termes ajoutent des combinaisons linéaires des colonnes

de \mathbf{D} . Comme (\mathbf{X}, \mathbf{D}) est supposée de plein rang, la régression des moindres carrés (11-27) doit donner le même résultat que l'étape 1. Les résidus doivent être identiques, c'est-à-dire $\mathbf{e}_{FEVD} = \mathbf{e}_{LSDV}$. Maintenant, nous prémultiplions (11-27) par $\mathbf{X}'\mathbf{M}_D$. Puisque $\mathbf{M}_D\mathbf{D} = \mathbf{0}$ et $\mathbf{M}_D\mathbf{e}_{LSDV} = \mathbf{e}_{LSDV}$, nous trouvons

$$\mathbf{X}'\mathbf{M}_D\mathbf{y} = \mathbf{X}'\mathbf{M}_D\mathbf{X}\mathbf{b}_{FEVD} + \mathbf{X}'\mathbf{e}_{LSDV}.$$

Étant donné que $\mathbf{X}'\mathbf{e}_{LSDV} = \mathbf{0}$ (étape 1), nous obtenons $\mathbf{b}_{FEVD} = (\mathbf{X}'\mathbf{M}_D\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{M}_D\mathbf{y}) = \mathbf{b}_{LSDV}$, ce qui vérifie FEVD.1.

Pour calculer \mathbf{c}_{FEVD} , à l'étape 3, nous avons (en employant $\mathbf{b}_{FEVD} = \mathbf{b}_{LSDV}$ et $\mathbf{e}_{FEVD} = \mathbf{e}_{LSDV}$)

$$\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b}_{LSDV} = \mathbf{W}\mathbf{c}_{FEVD} + \mathbf{h}d_{FEVD} + \mathbf{e}_{LSDV}.$$

Nous prémultiplions cette expression par \mathbf{W}' . Comme $\mathbf{W}'\mathbf{h} = \mathbf{W}'_n\mathbf{D}'\mathbf{D}\mathbf{h}_n = \mathbf{0}$ (étape 2) [$\mathbf{D}'\mathbf{D}$ étant une matrice diagonale avec les T_i sur la diagonale, chaque élément dans $\mathbf{W}'\mathbf{h}$ est donc $T_i\mathbf{W}(m)'\mathbf{h}_n = 0$, où $\mathbf{W}(m)$ est la m -ième colonne de \mathbf{W}_n], et comme $\mathbf{W}'\mathbf{e}_{FEVD} = \mathbf{W}'\mathbf{e}_{LSDV} = \mathbf{0}$ (étape 3), il en résulte

$$\mathbf{W}'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b}_{LSDV}) = \mathbf{W}'\mathbf{W}\mathbf{c}_{FEVD},$$

ce qui aboutit à

$$\mathbf{c}_{FEVD} = (\mathbf{W}'\mathbf{W})^{-1}\mathbf{W}'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b}_{LSDV}).$$

À partir de l'étape 1, $\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b}_{LSDV} = \mathbf{D}\mathbf{a}_{LSDV} + \mathbf{e}_{LSDV}$. À partir de l'étape 3, comme $\mathbf{W}'\mathbf{e}_{FEVD} = \mathbf{W}'\mathbf{e}_{LSDV} = \mathbf{0}$, nous avons

$$\mathbf{c}_{FEVD} = (\mathbf{W}'\mathbf{W})^{-1}\mathbf{W}'\mathbf{D}\mathbf{a}_{LSDV}.$$

Cependant, en prémultipliant l'étape 2 par \mathbf{D} , nous trouvons $\mathbf{D}\mathbf{a}_{LSDV} = \mathbf{D}\mathbf{W}_n\mathbf{c}_{LSDV} + \mathbf{D}\mathbf{h}_n$. La solution qui en découle est

$$\mathbf{c}_{LSDV} = (\mathbf{W}'_n\mathbf{D}'\mathbf{D}\mathbf{W}_n)^{-1}\mathbf{W}'_n\mathbf{D}'\mathbf{D}\mathbf{a}_{LSDV} + (\mathbf{W}'_n\mathbf{D}'\mathbf{D}\mathbf{W}_n)^{-1}\mathbf{W}'_n\mathbf{D}'\mathbf{D}\mathbf{h}_n.$$

Le second terme est nul comme nous l'avons montré précédemment. Le résultat est $\mathbf{c}_{LSDV} = \mathbf{c}_{FEVD}$, qui correspond à FEVD.2.

Avec l'étape 3, la solution pour d_{FEVD} est

$$\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b}_{LSDV} - \mathbf{W}\mathbf{c}_{LSDV} = \mathbf{h}d_{FEVD} + \mathbf{e}_{LSDV}.$$

Or $\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b}_{LSDV} = \mathbf{a} + \mathbf{e}_{LSDV} = \mathbf{D}\mathbf{a}_{LSDV} + \mathbf{e}_{LSDV}$ et $\mathbf{W}\mathbf{c}_{LSDV} = \mathbf{a} - \mathbf{h} = \mathbf{D}\mathbf{a}_{LSDV} - \mathbf{h}$. Il en résulte

$$\mathbf{D}\mathbf{a}_{LSDV} + \mathbf{e}_{LSDV} - \mathbf{D}\mathbf{a}_{LSDV} + \mathbf{h} = \mathbf{h}d_{FEVD} + \mathbf{e}_{LSDV}$$

ou

$$\mathbf{h} + \mathbf{e}_{LSDV} = \mathbf{h}d_{FEVD} + \mathbf{e}_{LSDV},$$

d'où il s'ensuit que $d_{FEVD} = 1$, ce qui démontre FEVD.3.

FEVD.4 était déjà prouvé car $e_{FEVD} = e_{LSDV}$. Les R^2 dans les deux régressions sont également identiques, puisque $R_{FEVD}^2 = 1 - (e_{FEVD}'e_{FEVD}/y'M^0y) = R_{LSDV}^2$ étant donné les mêmes vecteurs de résidus [voir (3-26)]. En revanche,

$$s_{FEVD}^2 = e_{FEVD}'e_{FEVD}/(\sum_i T_i - K - M - 1 - 1) < s_{LSDV}^2 = e_{LSDV}'e_{LSDV}/(\sum_i T_i - K - n).$$

La différence vient de la correction des degrés de liberté. Dans l'exemple qui suit, $DF_{FEVD} = 4165 - 9 - 3 - 1 - 1 = 4151$ tandis que $DF_{LSDV} = 4165 - 9 - 595 = 3561$, soit, dans notre exemple, $s_{FEVD}^2/s_{LSDV}^2 = 0,85787$. Ce résultat correspond à FEVD.5.

Quant à FEVD.6, sur la base de (11-17), nous comparons

$$\text{Var Asy. Est.}[\mathbf{b}_{FEVD}] = s_{FEVD}^2 (\mathbf{X}'\mathbf{M}_{W,h}\mathbf{X})^{-1}$$

à

$$\text{Var Asy. Est.}[\mathbf{b}_{LSDV}] = s_{LSDV}^2 (\mathbf{X}'\mathbf{M}_D\mathbf{X})^{-1}.$$

Avec le résultat précédent, $s_{LSDV}^2 > s_{FEVD}^2$, la comparaison se fonde sur les inverses des matrices et vise à établir que

$$\mathbf{A} = \mathbf{X}'\mathbf{M}_{W,h}\mathbf{X} - \mathbf{X}'\mathbf{M}_D\mathbf{X}$$

est définie positive. Cela suppose que la matrice inverse dans $\text{Var Asy. Est.}[\mathbf{b}_{FEVD}]$ est plus petite que celle dans $\text{Var Asy. Est.}[\mathbf{b}_{LSDV}]$. Pour le démontrer, notons que $\mathbf{R} = (\mathbf{W}, \mathbf{h}) = \mathbf{D}(\mathbf{W}_n, \mathbf{h}_n)$ correspond aux $M + 2$ combinaisons linéaires des colonnes de \mathbf{D} . Les résidus définis par $\mathbf{M}_D\mathbf{X}$ [voir (3-15)] sont obtenus par la régression de \mathbf{X} sur l'ensemble des n colonnes de \mathbf{D} . Ils seront identiques aux résidus de la régression de \mathbf{X} sur toutes les n combinaisons linéairement indépendantes des colonnes de \mathbf{D} . Pour ces dernières, nous utiliserons $[\mathbf{R}, \mathbf{Q}]$ où \mathbf{Q} est orthogonal à \mathbf{R} . Ainsi, $\mathbf{X}'\mathbf{M}_D\mathbf{X} = \mathbf{X}'\mathbf{M}_{R,Q}\mathbf{X}$. Le développement de cette expression donne

$$\mathbf{A} = \mathbf{X}'\mathbf{X} - \mathbf{X}'\mathbf{R}(\mathbf{R}'\mathbf{R})^{-1}\mathbf{R}'\mathbf{X} - \mathbf{X}'\mathbf{X} + \mathbf{X}' \begin{pmatrix} \mathbf{R} & \mathbf{Q} \end{pmatrix} \left[\begin{pmatrix} \mathbf{R}' \\ \mathbf{Q}' \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{R} & \mathbf{Q} \end{pmatrix} \right]^{-1} \begin{pmatrix} \mathbf{R}' \\ \mathbf{Q}' \end{pmatrix} \mathbf{X}.$$

La matrice inverse est simplifiée par $\mathbf{R}'\mathbf{Q} = \mathbf{0}$, ce qui révèle que la matrice entre crochets et son inverse sont diagonales par blocs. Ainsi,

$$\mathbf{A} = \mathbf{X}'\mathbf{Q}(\mathbf{Q}'\mathbf{Q})^{-1}\mathbf{Q}'\mathbf{X} = \mathbf{X}'(\mathbf{I} - \mathbf{M}_Q)\mathbf{X}.$$

Comme $\mathbf{I} - \mathbf{M}_Q$ est idempotente, $\mathbf{A} = \mathbf{X}'(\mathbf{I} - \mathbf{M}_Q)'(\mathbf{I} - \mathbf{M}_Q)\mathbf{X} = \mathbf{X}^*\mathbf{X}^*$ est définie positive. Cela signifie que la matrice de covariance de \mathbf{b}_{FEVD} sera strictement plus petite que celle de \mathbf{b}_{LSDV} , ce qui établit ainsi le résultat FEVD.6.

Comment peut-on estimer γ (dans les étapes 2 et 3) alors qu'il n'est pas identifié dans le modèle d'origine? La réponse rejoint l'hypothèse essentielle soulignée précédemment à plusieurs reprises. Dans la spécification initiale, \mathbf{Z} est non corrélé avec ϵ . Cependant, avec la régression à l'étape 2, il faut supposer que \mathbf{z}_i , pour sa part, n'est pas corrélé avec u_i . Le modèle à effets fixes d'origine devient un modèle hybride dans lequel les variables variantes dans le temps sont corrélées avec u_i à l'inverse des variables invariantes dans le temps. Il existe d'autres estimateurs convergents de β et γ dans ce modèle révisé, comme celui d'Hausman et Taylor (voir section 11.8.1) et les

estimateurs des variables instrumentales de Breusch *et al.* (2010) et Chatelain et Ralf (2010).

Dans le cas où seuls certains éléments de \mathbf{Z} sont corrélés avec u_i , nous utiliserons le cadre d'analyse d'Hausman et Taylor. L'estimateur FEVD de Plümper et Troeger sera non convergent et pourra avoir une variance plus petite que l'estimateur VI proposé par Hausman et Taylor. Si \mathbf{Z} n'est pas strictement invariant dans le temps, mais « varie faiblement », autrement dit s'il y a peu de variation intragroupe, comme dans le cas des données de l'OMS de l'exemple 11.4, l'estimateur proposé ici présentera des avantages par rapport aux variables instrumentales et à d'autres traitements. Dans le cas où il n'y a pas de variables strictement invariantes dans le temps, l'analyse est dominée par le modèle à effets aléatoires étudié à la section suivante.

11.5 Effets aléatoires

Le modèle à effets fixes permet la corrélation des effets individuels non observés avec les variables du modèle. Il ne s'applique qu'aux unités en coupe transversale étudiées et non à celles en dehors de l'échantillon. Si les effets individuels sont strictement non corrélés avec les régresseurs, on peut supposer que les termes constants spécifiques individuels sont distribués aléatoirement entre les unités en coupe transversale. Cette modélisation serait plausible si ces unités étaient tirées à partir d'une grande population. C'est le cas pour les échantillons de panel décrits dans l'introduction de ce chapitre.⁸ Ce modèle a pour avantage un nombre de paramètres considérablement réduit et pour inconvénient, la non-convergence éventuelle des estimateurs.

Examinons le modèle

$$y_{it} = \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + (\alpha + u_i) + \varepsilon_{it}, \quad (11-28)$$

où il y a K régresseurs, y compris une constante, et où le seul terme constant est la moyenne de l'hétérogénéité non observée, $E[\mathbf{z}'_i\boldsymbol{\alpha}]$. La composante u_i est l'hétérogénéité aléatoire spécifique de la i -ième observation et elle est constante dans le temps. Selon la section 11.2, $u_i = \{\mathbf{z}'_i\boldsymbol{\alpha} - E[\mathbf{z}'_i\boldsymbol{\alpha}]\}$. Par exemple, dans une étude sur des ménages, u_i peut être vue comme l'ensemble des facteurs spécifiques du ménage i ,

8. Cette distinction est purement heuristique et sera débattue ultérieurement.

α , qui ne sont pas présents dans la régression. On suppose la stricte exogénéité :

$$\begin{aligned}
 E[\varepsilon_{it} | \mathbf{X}] &= E[u_i | \mathbf{X}] = 0, \\
 E[\varepsilon_{it}^2 | \mathbf{X}] &= \sigma_\varepsilon^2, \\
 E[u_i^2 | \mathbf{X}] &= \sigma_u^2, \\
 E[\varepsilon_{it}u_j | \mathbf{X}] &= 0 \quad \text{pour tout } i, t, \text{ et } j, \\
 E[\varepsilon_{it}\varepsilon_{js} | \mathbf{X}] &= 0 \quad \text{si } t \neq s \text{ ou } i \neq j, \\
 E[u_i u_j | \mathbf{X}] &= 0 \quad \text{si } i \neq j.
 \end{aligned} \tag{11-29}$$

Il est utile de réécrire le modèle sous forme des blocs de T observations pour le groupe i , y_i , \mathbf{X}_i , $u_i \mathbf{i}$ et ε_i . Pour ces T observations, posons

$$\eta_{it} = \varepsilon_{it} + u_i$$

et

$$\boldsymbol{\eta}_i = [\eta_{i1}, \eta_{i2}, \dots, \eta_{iT}]'$$

Étant donné la forme de $\boldsymbol{\eta}_{it}$, nous avons un **modèle à erreurs composées**, pour lequel,

$$\begin{aligned}
 E[\eta_{it}^2 | \mathbf{X}] &= \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2, \\
 E[\eta_{it}\eta_{is} | \mathbf{X}] &= \sigma_u^2, \quad t \neq s \\
 E[\eta_{it}\eta_{js} | \mathbf{X}] &= 0 \quad \text{pour tout } t \text{ et } s \text{ si } i \neq j.
 \end{aligned} \tag{11-30}$$

Pour les T observations du groupe i , on pose $\boldsymbol{\Sigma} = E[\boldsymbol{\eta}_i \boldsymbol{\eta}_i' | \mathbf{X}]$. Alors

$$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \dots & \sigma_u^2 \\ \sigma_u^2 & \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \dots & \sigma_u^2 \\ & \dots & & & \\ \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \dots & \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2 \end{bmatrix} = \sigma_\varepsilon^2 \mathbf{I}_T + \sigma_u^2 \mathbf{i}_T \mathbf{i}_T', \tag{11-31}$$

où \mathbf{i}_T est un vecteur colonne de 1 de taille $T \times 1$. Comme les observations i et j sont indépendantes, la matrice de covariance de perturbation pour les nT observations est

$$\boldsymbol{\Omega} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\Sigma} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \boldsymbol{\Sigma} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ & & & \vdots & \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \boldsymbol{\Sigma} \end{bmatrix} = \mathbf{I}_n \otimes \boldsymbol{\Sigma}. \tag{11-32}$$

11.5.1 Estimation des moindres carrés

Le modèle défini dans (11-28),

$$y_{it} = \alpha + \mathbf{x}_{it}' \boldsymbol{\beta} + u_i + \varepsilon_{it},$$

avec l'hypothèse de stricte exogénéité dans (11-29) et la matrice de covariance dans (11-31) et (11-32), est un modèle de régression généralisée (voir chapitre 9). Les perturbations sont autocorrélées de sorte que les observations intragroupes, non intergroupes, sont corrélées dans le temps. L'ensemble de la section 9.2.1 s'applique ici et en particulier, les paramètres du modèle à effets aléatoires qui peuvent être estimés de manière convergente – bien qu'inefficacement – par les moindres carrés ordinaires (MCO). Un estimateur approprié de la matrice de covariance asymptotique robuste de l'estimateur MCO est donné dans (11-3).

D'autres estimateurs convergents existent également. Les écarts aux moyennes par groupe donnent

$$y_{it} - \bar{y}_i = (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)' \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i.$$

Cela signifie que l'estimateur LSDV de (11-14) est un estimateur convergent de $\boldsymbol{\beta}$ (en supposant que \mathbf{x}_{it} ne contienne pas de régresseurs invariants dans le temps). Parmi les quatre estimateurs proposés ici, il est robuste au fait que la spécification correcte correspond à un modèle à effets aléatoire ou à effets fixes. Comme les MCO, il n'est pas efficace puisqu'il existe un estimateur MCG efficace (voir section 11.5.2) qui n'est pas égal à \mathbf{b}_{LSDV} . Le modèle de régression (intergroupe) à moyennes par groupe,

$$\bar{y}_i = \alpha + \bar{\mathbf{x}}_i' \boldsymbol{\beta} + u_i + \bar{\varepsilon}_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

fournit une troisième méthode d'estimation convergente de $\boldsymbol{\beta}$. Ces trois estimateurs sont moins efficaces que l'estimateur MCG. Comme ce fut le cas aux chapitres 9 et 10, plusieurs modèles de régression généralisée sont estimés en deux étapes, la première étape consiste en une régression des moindres carrés robustes pour produire une estimation des paramètres de variance du modèle. Pour les trois cas considérés, les résidus quadratiques moyens donneront les estimateurs convergents suivants des fonctions de la variance :

$$\begin{aligned} (\text{Groupé}) \quad & \text{plim} [\mathbf{e}_{\text{groupé}}' \mathbf{e}_{\text{groupé}} / (nT)] = \sigma_u^2 + \sigma_\varepsilon^2, \\ (\text{LSDV}) \quad & \text{plim} [\mathbf{e}_{\text{LSDV}}' \mathbf{e}_{\text{LSDV}} / (nT)] = \sigma_\varepsilon^2 [1 - 1/T], \\ (\text{Moyennes}) \quad & \text{plim} [\mathbf{e}_{\text{moyenne}}' \mathbf{e}_{\text{moyenne}} / (nT)] = \sigma_u^2 + \sigma_\varepsilon^2 / T. \end{aligned}$$

Toute paire de ces estimateurs correspond à un estimateur de la méthode des moments à deux équations de $(\sigma_u^2, \sigma_\varepsilon^2)$. Nous allons aborder maintenant un estimateur MCG efficace.

11.5.2 Moindres carrés généralisés

L'estimateur des moindres carrés généralisés des paramètres est

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}' \boldsymbol{\Omega}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \boldsymbol{\Omega}^{-1} \mathbf{y} = \left(\sum_{i=1}^n \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\Omega}^{-1} \mathbf{X}_i \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^n \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\Omega}^{-1} \mathbf{y}_i \right).$$

Comme au chapitre 9, il faut que $\boldsymbol{\Omega}^{-1/2} = [\mathbf{I}_n \otimes \boldsymbol{\Sigma}]^{-1/2}$ ou, plus précisément, $\boldsymbol{\Sigma}^{-1/2}$, laquelle est donnée par

$$\boldsymbol{\Sigma}^{-1/2} = \frac{1}{\sigma_\varepsilon} \left[\mathbf{I} - \frac{\theta}{T} \mathbf{i}_T \mathbf{i}_T' \right],$$

avec

$$\theta = 1 - \frac{\sigma_\varepsilon}{\sqrt{\sigma_\varepsilon^2 + T\sigma_u^2}}$$

La transformation de \mathbf{y}_i et \mathbf{X}_i pour les MCG est

$$\Sigma^{-1/2} \mathbf{y}_i = \frac{1}{\sigma_\varepsilon} \begin{bmatrix} y_{i1} - \theta \bar{y}_i \\ y_{i2} - \theta \bar{y}_i \\ \vdots \\ y_{iT} - \theta \bar{y}_i \end{bmatrix}, \quad (11-33)$$

et c'est la même chose pour les lignes de \mathbf{X}_i .⁹ Avec l'ensemble des données, l'estimateur des moindres carrés est obtenu par la régression des écarts partiels de y_{it} sur les écarts partiels de \mathbf{x}_{it} . Cette procédure est analogue à celle utilisée dans le modèle LSDV où $\theta = 1$ dans (11-15). (On peut interpréter θ comme l'effet restant si $\sigma_\varepsilon = 0$ car, ainsi, il ne reste plus que u_i . Dans ce cas, les modèles à effets fixes et à effets aléatoires ne sont plus distinguables.)

On peut montrer que l'estimateur MCG est, comme l'estimateur MCO, une moyenne matricielle pondérée entre les estimateurs intragroupe et intergroupe :

$$\hat{\beta} = \hat{\mathbf{F}}^{intra} \mathbf{b}^{intra} + (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{F}}^{intra}) \mathbf{b}^{inter}, \quad (11-34)$$

où

$$\hat{\mathbf{F}}^{intra} = [\mathbf{S}_{xx}^{intra} + \lambda \mathbf{S}_{xx}^{inter}]^{-1} \mathbf{S}_{xx}^{intra},$$

$$\lambda = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\varepsilon^2 + T\sigma_u^2} = (1 - \theta)^2.$$

Dans la mesure où λ est différent de 1, l'inefficacité de l'estimateur MCO varie selon une pondération inefficace de deux estimateurs. Comparé à l'estimateur des moindres carrés généralisés, celui des moindres carrés ordinaires accorde trop de poids à la variation interindividuelle. Cette dernière est entièrement incorporée dans la variation de \mathbf{X} , plutôt que partiellement incluse dans la variation aléatoire entre groupes qui est due à la variation dans u_i entre unités.

L'aspect non cylindré des données ajoute des difficultés au modèle à effets aléatoires. Comme l'a montré (11-32), la matrice Ω n'est plus $\mathbf{I} \otimes \Sigma$ car les blocs dans Ω sont de taille différente. Il y a également une hétéroscédasticité individuelle dans (11-33) puisque le i -ième bloc diagonal dans $\Omega^{-1/2}$ est

$$\Omega_i^{-1/2} = \mathbf{I}_{T_i} - \frac{\theta_i}{T_i} \mathbf{i}_{T_i} \mathbf{i}'_{T_i}, \quad \theta_i = 1 - \frac{\sigma_\varepsilon}{\sqrt{\sigma_\varepsilon^2 + T_i \sigma_u^2}}$$

En principe, l'estimation est simple car la source d'hétéroscédasticité provient de l'inégalité de la taille de groupe. Ainsi, pour les MCG et les MCQG avec les estimateurs des composantes de la variance, il suffit d'utiliser les θ_i spécifiques aux groupes dans la transformation (11-33).

9. Cette transformation est un cas particulier du traitement plus général étudié dans Nerlove (1971b).

11.5.3 Moindres carrés quasi généralisés lorsque Σ est inconnue

Si les composantes de la variance sont connues, les moindres carrés généralisés peuvent être calculés facilement. On estime d'abord les variances des perturbations puis on utilise les MCQG. Une approche heuristique d'estimation des composantes de variance est la suivante :

$$y_{it} = \mathbf{x}'_{it}\beta + \alpha + \varepsilon_{it} + u_i \quad (11-35)$$

et

$$\bar{y}_i = \bar{\mathbf{x}}'_i \beta + \alpha + \bar{\varepsilon}_i + u_i.$$

Les écarts aux moyennes par groupe éliminent l'hétérogénéité :

$$y_{it} - \bar{y}_i = [\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i]' \beta + [\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i]. \quad (11-36)$$

Comme

$$E \left[\sum_{t=1}^T (\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i)^2 \right] = (T-1)\sigma_\varepsilon^2,$$

si β était observé, alors un estimateur sans biais de σ_ε^2 fondé sur T observations du groupe i serait

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2(i) = \frac{\sum_{t=1}^T (\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i)^2}{T-1}. \quad (11-37)$$

Comme β doit être estimé – (11-33) implique que l'estimateur LSDV est convergent et généralement sans biais – on utilise la correction des degrés de liberté et les résidus LSDV dans

$$s_e^2(i) = \frac{\sum_{t=1}^T (e_{it} - \bar{e}_i)^2}{T-K-1}. \quad (11-38)$$

La moyenne de ces n estimateurs produit

$$\bar{s}_e^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_e^2(i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{\sum_{t=1}^T (e_{it} - \bar{e}_i)^2}{T-K-1} \right] = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (e_{it} - \bar{e}_i)^2}{nT - nK - n}. \quad (11-39)$$

La correction des degrés de liberté dans \bar{s}_e^2 est excessive car α et β sont supposés ré-estimés pour chaque i . Les paramètres estimés étant les n moyennes \bar{y}_i et les K paramètres, on a alors un estimateur sans biais,

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = s_{LSDV}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (e_{it} - \bar{e}_i)^2}{nT - n - K}. \quad (11-40)$$

Il s'agit de l'estimateur de la variance du modèle à effets fixes dans (11-8), adéquatement corrigé des degrés de liberté.

Il reste à estimer σ_u^2 . Malgré la corrélation entre les observations, la spécification originelle dans (11-35) constitue une régression classique pour laquelle les coefficients et les estimateurs de variance MCO restent convergents et généralement sans biais. Par conséquent, l'utilisation des résidus MCO du modèle avec une constante générale donne

$$\text{plim } s_{\text{Groupé}}^2 = \text{plim } \frac{\mathbf{e}'\mathbf{e}}{nT - K - 1} = \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2. \quad (11-41)$$

Cette expression fournit deux estimateurs pour les composantes de la variance, dont le second est $\hat{\sigma}_u^2 = s_{\text{Groupé}}^2 - s_{\text{LSDV}}^2$, qui peut être négatif. Cependant, pour que les moindres carrés généralisés soient faisables, on n'a pas besoin d'un estimateur sans biais mais seulement d'un estimateur convergent. On peut alors supprimer la correction des degrés de liberté dans (11-40) et (11-41), ce qui produit deux estimateurs non négatifs puisque la somme des carrés dans le modèle LSDV ne peut pas être plus grande que celle du modèle de régression simple avec seulement un terme constant.

Cependant, un inconvénient apparaît. L'estimateur LSDV ne pourra pas être calculé si un régresseur est constant au sein d'un groupe. Par exemple, dans un modèle du revenu domiciliation ou de l'offre de travail, ce régresseur peut être une variable indicatrice de domiciliation ou de structure familiale. Ces variables sont parfaitement colinéaires avec l'effet fixe de ce ménage, ce qui empêche le calcul de l'estimateur LSDV. Dans ce cas, les composantes de la variance des effets aléatoires restent calculables. Soit $[\mathbf{b}, \alpha]$ (11-41) procure un estimateur convergent de $m_{ee} = \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2$. La moyenne quadratique des résidus obtenus à partir de la régression fondée sur les n moyennes par groupe fournit un estimateur convergent de $m_{**} = \sigma_u^2 + (\sigma_\varepsilon^2/T)$. On peut donc utiliser

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{T}{T-1}(m_{ee} - m_{**})$$

$$\hat{\sigma}_u^2 = \frac{T}{T-1}m_{**} - \frac{1}{T-1}m_{ee} = \omega m_{**} + (1-\omega)m_{ee},$$

avec $\omega > 1$. Comme précédemment, ce résultat peut donner lieu à un estimateur négatif de σ_u^2 , mettant en question la spécification du modèle. [Notons que les résidus dans (11-40) et (11-41) peuvent être fondés sur le même vecteur des coefficients.]

Il existe une solution simple au dilemme posé par les régresseurs invariants dans le temps. Dans (11-36), l'estimateur des écarts aux moyennes par groupe (LSDV) est un estimateur convergent de σ_ε^2 . Les variables invariantes dans le temps étant éliminées du modèle, il n'est pas possible d'estimer l'ensemble des coefficients dans le vecteur β . Cependant, le but n'étant pas l'estimation de β mais celle de σ_ε^2 , les résidus obtenus avec l'estimateur LSDV peuvent être toujours utilisés pour estimer σ_ε^2 . De même, l'estimateur par différence première peut être également employé (voir section 11.3.5). Les résidus de la régression par différence première estimeraient $2\sigma_\varepsilon^2$.

11.5.4 Test des effets aléatoires

Breusch et Pagan (1980) ont proposé un test du multiplicateur de Lagrange (ML), fondé sur les résidus MCO, pour le modèle à effets aléatoires.¹⁰ Pour

$$H_0 : \sigma_u^2 = 0 \quad (\text{ou } \text{Corr}[\eta_{it}, \eta_{is}] = 0),$$

$$H_1 : \sigma_u^2 \neq 0.$$

10. Jusqu'ici, nous nous sommes intéressés aux moindres carrés généralisés et à l'estimation convergente, fondée sur les moments, des composantes de la variance. Le test ML, lui, s'appuie sur l'estimation du maximum de vraisemblance.

La statistique du test est

$$ML = \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left[\sum_{t=1}^T e_{it} \right]^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2 = \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^n (T\bar{e}_i)^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2. \quad (11-42)$$

Sous l'hypothèse nulle, ML suit un khi-2 à 1 degré de liberté.

11.5.5 Test de spécification d'Hausman pour le modèle à effets aléatoires

Que devrait-on utiliser : le modèle à effets fixes ou le modèle à effets aléatoires? D'un point de vue pratique, le modèle à effets fixes est coûteux en termes de pertes de degrés de liberté. Cependant, l'hypothèse du modèle à effets aléatoires selon laquelle il n'y a pas de corrélation entre les effets individuels et les autres régresseurs est peu justifiée. Un problème de non-convergence à cause de la corrélation entre les variables et l'effet aléatoire peut se poser.

Le test de spécification d'Hausman (1978) est utilisé pour tester l'orthogonalité entre les effets communs et les régresseurs. Sous l'hypothèse de non-corrélation, l'estimateur MCO dans le modèle LSDV et l'estimateur MCQG sont convergents mais l'estimateur MCO est inefficace.¹² Sous l'alternative, l'estimateur LSDV est convergent tandis que l'estimateur MCQG ne l'est pas. Par conséquent, sous l'hypothèse nulle, les deux estimateurs ne sont pas systématiquement différents. Un test peut être construit sur cette différence. Un autre aspect important du test est la matrice de covariance du vecteur de différence, $[\mathbf{b} - \hat{\beta}]$:

$$\text{Var}[\mathbf{b} - \hat{\beta}] = \text{Var}[\mathbf{b}] + \text{Var}[\hat{\beta}] - \text{Cov}[\mathbf{b}, \hat{\beta}] - \text{Cov}[\mathbf{b}, \hat{\beta}]. \quad (11-43)$$

Le résultat essentiel d'Hausman est que *la covariance entre un estimateur efficace et sa différence avec un estimateur inefficace est 0*, c'est-à-dire

$$\text{Cov}[(\mathbf{b} - \hat{\beta}), \hat{\beta}] = \text{Cov}[\mathbf{b}, \hat{\beta}] - \text{Var}[\hat{\beta}] = \mathbf{0}$$

11. Chamberlain (1984) a fourni quelques traitements des données de panel, en posant T comme donné, qui établissent les résultats de convergence dans la dimension n uniquement. On trouve des résultats pour les modèles dynamiques dans Bhargava et Sargan (1983).

12. Dans la moyenne matricielle pondérée MCG précédente, nous voyons que le poids efficace est θ alors que les MCO utilisent $\theta = 1$.

ou bien

$$\text{Cov}[\mathbf{b}, \hat{\beta}] = \text{Var}[\hat{\beta}].$$

L'insertion de ce résultat dans (11-43) donne la matrice de covariance requise,

$$\text{Var}[\mathbf{b} - \hat{\beta}] = \text{Var}[\mathbf{b}] - \text{Var}[\hat{\beta}] = \Psi.$$

Le test, suivant un khi-2, repose sur le critère de Wald :

$$W = \chi^2[K - 1] = [\mathbf{b} - \hat{\beta}]' \hat{\Psi}^{-1} [\mathbf{b} - \hat{\beta}]. \quad (11-44)$$

On utilise les estimateurs des matrices de covariance des coefficients estimés du modèle LSDV et l'estimateur de la matrice de covariance du modèle à effets aléatoires, excepté le terme constant. Sous l'hypothèse nulle, W suit un khi-2 à $K - 1$ degrés de liberté.

Le **test d'Hausman** est un outil pratique pour déterminer la spécification préférée du modèle à effets communs. Il présente cependant un inconvénient. La construction dans (11-43) est conforme à la théorie mais ne garantit pas que la différence entre les deux matrices de covariance sera définie positive à distance finie. La statistique calculée selon (11-44) peut donc être négative. On peut conclure dans ce cas que le modèle à effets aléatoires n'est pas rejeté. En revanche, plusieurs méthodes existent pour calculer la statistique d'Hausman, qui sont asymptotiquement équivalentes ou numériquement identiques. Une statistique asymptotiquement équivalente qui est particulièrement commode est donnée par

$$H' = (\hat{\beta}_{LSDV} - \hat{\beta}_{MOY})' \left[\text{Var Asy.}[\hat{\beta}_{LSDV}] + \text{Var Asy.}[\hat{\beta}_{MOY}] \right]^{-1} (\hat{\beta}_{LSDV} - \hat{\beta}_{MOY}) \quad (11-45)$$

où $\hat{\beta}_{MOY}$ est l'estimateur à moyennes par groupe étudié à la section 11.3.4. Avec cette forme, la matrice de covariance sera toujours définie non négative.