



# BAD

2014  
www.afdb.org

## NOTE ÉCONOMIQUE

### CONTENU

#### Résumé

#### Introduction p.2

#### I – Déterminants de l'innovation et de la productivité dans les pays en développement p.5

#### II – Analyse empirique pour les pays d'Afrique du Nord p.8

#### III – Principaux résultats p.11

#### IV – Conclusions et recommandations p.13

#### Annexe I : Description des variables p.16

#### Annexe II : Modèles économétriques p.17

#### Annexe III : Résultats des estimations p.18

#### Références bibliographiques p.21

**Zondo Sakala**  
Vice-président ORVP  
z.sakala@afdb.org

**Jacob Kolster**  
Directeur ORNA  
j.kolster@afdb.org  
+216 7110 2065

## Innovation et productivité : analyse empirique pour les pays de l'Afrique du Nord

### Messages clés

- En Afrique du Nord, notamment au Maroc et en Égypte, l'effet des ressources humaines qualifiées sur l'incitation à l'innovation et le niveau de productivité est statistiquement insignifiant. Ceci révèle une sous-utilisation et une allocation inefficace du capital humain dans ces pays.
- L'effet de l'exportation sur l'innovation est statistiquement insignifiant, dû principalement à la structure rigide des avantages comparatifs dans ces pays et à la concentration de l'exportation dans les secteurs à faible valeur ajoutée et à potentiel technologique réduit, particulièrement pour le Maroc.
- Pour dynamiser l'innovation et stimuler la productivité, une attention particulière devrait être portée à certains aspects du système national d'innovation. Les recommandations de cette note sont les suivantes :
  - renforcer la gouvernance du système national d'innovation ;
  - dynamiser le milieu de la recherche et de l'entreprise dans l'objectif de décloisonner les deux sphères et assurer un interfaçage plus efficace et plus efficace ;
  - renforcer le soutien au système d'enseignement supérieur et à la formation professionnelle, en vue d'améliorer les compétences des ressources humaines pour une meilleure contribution aux processus de la production et de l'innovation ;
  - mettre en place des programmes d'incitation plus avantageux aux IDE innovants à plus forte valeur ajoutée et suffisamment intégrés en amont et en aval de l'économie locale ;
  - mettre en place des mécanismes de contractualisation, soutenus par l'État, dans le domaine des sciences et des technologies entre les centres de recherches, les universités, les entreprises locales potentiellement innovantes et les entreprises étrangères désirant délocaliser leurs activités de R&D, pour renforcer la cohésion entre les différentes composantes du système national d'innovation autour de projets novateurs.

### Résumé

Cette note met en relief les principaux déterminants de l'innovation et leur impact sur la performance des entreprises dans trois pays d'Afrique du Nord (Algérie, Égypte et Maroc), à partir de données des enquêtes de la Banque mondiale sur le climat d'investissement. Notre approche économétrique consiste à estimer dans un premier temps l'effet des déterminants traditionnels de l'innovation, en mettant en relief le rôle crucial joué par le capital humain dans l'appropriation et l'absorption technologiques. Dans un deuxième temps, nous estimons la relation entre innovation et productivité en tenant compte de certaines caractéristiques du climat d'investissement et de la qualité des infrastructures et services publics.

Les principaux résultats suggèrent que, dans les

pays d'Afrique du Nord, l'innovation est loin d'être exclusivement le résultat d'activités de R&D et de création de nouvelles technologies. Elle se manifeste aussi par l'adoption et l'adaptation de technologies créées ailleurs, via des mécanismes liés à l'apprentissage et l'assimilation, nécessitant de ce fait une meilleure qualification du capital humain et un assainissement du climat d'investissement. Par ailleurs, nous avons démontré la faiblesse des externalités technologiques générées par les activités d'exportation et d'investissements étrangers sur le potentiel d'innovation. Les structures rigides des avantages comparatifs et la concentration de l'exportation et des IDE dans des activités à valeur ajoutée réduite et faiblement intégrées à l'économie locale ne génèrent que peu d'externalités en amont et en aval.

Ce rapport a été préparé par Moez El Eij (Institut supérieur de gestion), sous la supervision de Vincent Castel, (Économiste Pays en chef, ORNA), avec le soutien de Kaouther Abderrahim-Ben Salah (Jeune professionnelle, ORNA). Ce travail a été réalisé sous la conduite générale de Jacob Kolster (Directeur, ORNA). L'analyse et les conclusions de ce rapport reflètent les opinions de leurs auteurs et non ceux du Groupe de la Banque africaine de développement, son Conseil d'administration ou des pays qu'ils représentent.

## Introduction

Aujourd'hui, la nouvelle division internationale du travail et la concurrence des nouveaux marchés émergents orientent les objectifs de la production des pays industrialisés vers toujours plus de produits plus sophistiqués à contenu technologique élevé et font de la capacité d'innovation technologique l'élément fondamental de la concurrence internationale. Dans ce contexte, les systèmes économiques subissent une pression de plus en plus sévère, qui trouve son origine dans la complexité des réseaux transfrontaliers des flux de connaissance, d'idées et de technologies. L'intégration de la course à l'innovation, par l'appropriation de ces flux de technologies et de connaissances nouvelles, devient alors une question vitale pour les entreprises et les nations. L'intégration de ces réseaux, déterminera les trajectoires de croissance et de développement des pays. Actuellement, les tendances mondiales dans ce domaine révèlent malheureusement que la circulation de ces flux est en train de dessiner une nouvelle configuration des pôles innovants dans le monde, dont la région de l'Afrique du Nord semble être exclue. En effet, les pays d'Afrique du Nord semblent avoir accumulé au fil des ans un retard significatif dans ce domaine, alors que le manque d'acquisition, d'absorption et d'usage de la connaissance semblent être parmi les principaux problèmes qui limitent le développement humain<sup>1</sup>. Pourtant, depuis les années 90, la région de l'Afrique du Nord a fait l'objet d'une attention particulière, surtout de la part de l'Union européenne, en vue de renforcer les relations de coopération et de partenariat, dans l'objectif de réduire les conflits dans la région et de créer une atmosphère de stabilité et de prospérité assurant le rattrapage des pays du Nord à moyen et long terme. À cet égard, beaucoup d'initiatives ont été entreprises et divers accords d'association et de coopération ont été signés dans le cadre du processus de Barcelone. Ce processus d'intégration et son prolongement représentent toujours une opportunité et un défi pour les pays de la rive sud de la Méditerranée, dans la mesure où ces pays se trouvent aujourd'hui en concurrence directe avec leurs voisins du Nord, ce qui suppose de reconsidérer leurs avantages comparatifs et une mutation industrielle axée sur la production de biens à plus forte valeur ajoutée. Toutefois, en dépit des différents accords d'association et des programmes d'accompagnement, de modernisation et de mise à niveau,

la part de l'Afrique du Nord dans les flux commerciaux européens<sup>2</sup> demeure relativement faible et les échanges se caractérisent toujours par des avantages comparatifs rigides et une spécialisation poussée dans la production de biens à faible valeur ajoutée et à bas coûts. La spécialisation sectorielle à faible valeur ajoutée et la rigidité des avantages comparatifs témoignent de la faiblesse de la compétitivité et de la capacité d'innovation dans les pays de l'Afrique du Nord. En effet, des écarts importants persistent en termes de potentiel de R&D, de capacité d'innovation, de qualité des institutions de recherche, de coopération technologique et de qualité du capital humain (Tableaux 1 et 2). Dans cette région, la part de la R&D dans le PIB se situe à un niveau très faible par rapport à la moyenne des pays développés<sup>3</sup> et il convient de noter que l'innovation, la R&D et la coopération technologique tendent à être des activités *ad hoc*, du moment que peu d'entreprises possèdent un département de R&D. Selon Arvanitis et al. (2007), la région de l'Afrique du Nord souffre principalement de la forte intervention de l'État, aussi bien dans le financement que dans l'exécution de la R&D. Les activités de recherche semblent être en grande partie confinées dans la sphère publique et faiblement interconnectées au secteur productif. La sphère de la production privée et la sphère de la recherche sont cloisonnées et obéissent à des exigences différentes. Le secteur privé n'est pas demandeur de recherche publique, vu sa faible spécialisation dans les activités à faible valeur ajoutée, et la recherche publique est spécialisée dans des thématiques qui n'intéressent pas ou peu les quelques entreprises innovantes. Par ailleurs, ces pays souffrent aussi d'une lourdeur administrative venant contraindre l'interfaçage entre le monde de la recherche et le monde de la production. Or la nature même de la R&D et de l'innovation (complexité, coût, risque, etc.) nécessite des structures d'interfaçage souples et proactives.

Toutefois, la faiblesse des activités de R&D n'est pas en soi une contrainte à l'innovation dans les pays en voie de développement. Les travaux théoriques et empiriques – Goedhuys (2007b), Dabla-Norris E., Kersting E., et Verdier, G. (2010) – montrent que ce sont plutôt les capacités d'absorption des connaissances et des technologies, notamment via

<sup>1</sup> Arab human development Report (2010).

<sup>2</sup> Les importations de l'UE en provenance des pays de l'Afrique du Nord représentent près de 3,19 % du total des importations européennes, alors que les exportations de l'UE vers les pays d'Afrique du Nord ne dépassent pas les 4,6 % des exportations totales de l'UE.

<sup>3</sup> La part de la R&D dans le PIB est de 0,23 % en Égypte, 0,64 % au Maroc et 1,2 % en Tunisie, alors que le ratio moyen est de l'ordre de 1,8 % en Europe.

les investissements directs étrangers et leur assimilation par un capital humain qualifié, qui sont à l'origine de la stimulation de l'innovation et de la croissance de la productivité. Or, il semble que pour les pays d'Afrique du Nord, la politique d'ouverture aux échanges et aux capitaux étrangers, particulièrement aux entreprises européennes, n'a pas fourni l'effet escompté en termes de transferts de technologies et d'innovation. Les externalités technologiques attendues et leurs effets sur l'économie locale semblent être très limités. En effet, bien que l'UE soit le principal partenaire des pays d'Afrique du Nord, cette région attire une proportion limitée de l'investissement direct étranger européen (moins de 1%) et la majorité de ces IDE est concentrée dans des activités de sous-traitance à faible valeur ajoutée. Un volume important des IDE s'exerce essentiellement dans le régime off-shore, qui cible essentiellement le secteur de l'énergie ou les activités industrielles à bas coût et à forte intensité de main-d'œuvre non qualifiée. Ces activités sont souvent faiblement intégrées à l'économie locale et ne génèrent de ce fait que peu d'effets indirects, que ce soit en amont ou en aval.

Malgré l'importance de la question de l'innovation, peu d'études ont examiné la spécificité de l'innovation et de son effet sur la productivité dans les pays en développement (Bogliacino et al, 2009)<sup>5</sup>. Pour les pays d'Afrique du Nord, seuls le Maroc (depuis 1999) et la Tunisie (en 2005 et en 2009) ont mené des enquêtes innovation, afin de fournir des données permettant d'identifier la spécificité de l'innovation dans ces pays (Arvanitis et al., 2010).

L'objectif de cette note économique est de contribuer à l'analyse des déterminants de la décision d'innovation et d'examiner l'effet de celle-ci sur la performance des entreprises dans trois pays d'Afrique du Nord, partenaires de l'Europe (Algérie, Égypte et Maroc). Nous utilisons les données microéconomiques fournies dans l'enquête de la Banque mondiale sur le climat des investissements (*World Bank Investment Climate Survey, WBICS*<sup>6</sup>) pour estimer l'effet des principaux déterminants de l'innovation sur la performance des entreprises de la région, tout en mettant en évidence le rôle joué par l'ouverture de l'économie, l'environnement institutionnel et la qualification du capital humain.

Le note est organisée comme suit: la première section est consacrée à la discussion des travaux empiriques portant sur la spécificité de l'innovation et de ses déterminants, ainsi que son rôle dans l'amélioration de la performance de l'entreprise dans les pays en voie de développement. Dans la deuxième section, nous présentons une description sommaire des données de l'enquête et des modèles économétriques estimés. Dans la troisième section, nous exposons les principaux résultats de l'analyse économétrique des déterminants de l'innovation et de la relation entre innovation et productivité dans les pays d'Afrique du Nord. Enfin, la dernière section est dédiée aux principales conclusions et recommandations mettant en exergue le rôle crucial joué par les facteurs institutionnels, le climat des investissements et le capital humain dans la dynamique de l'innovation et de la productivité dans la région de l'Afrique du Nord.

<sup>4</sup> ANIMA, 2011.

<sup>5</sup> Depuis les années 90, seuls les pays d'Amérique latine ont conduit des enquêtes innovation conçues selon le manuel de Bogota inspiré du manuel d'Oslo qui est la référence en matière d'enquête innovation dans les pays industrialisés.

<sup>6</sup> <http://www.enterprisesurveys.org/>

**Tableau 1: Indice de compétitivité globale 2011**

	Indice de compétitivité	Enseignement supérieur et Formation	Impulsion technologique	Innovation
<b>Pays d'Afrique du Nord</b>				
Algérie	86	98	106	107
Égypte	81	97	87	83
Maroc	75	102	75	81
Tunisie	32	30	55	31
<b>Pays européens</b>				
Allemagne	5	19	10	8
France	15	17	12	19
Italie	48	47	43	50
Espagne	42	31	30	46

Source : Rapport global sur la compétitivité, *Forum économique mondial*, 2011.

**Tableau 2 : Principaux indicateurs de l'innovation 2011**

	Capacité d'innovation	Qualité des institutions de recherche scientifique	R&D privée	Coopération en R&D entre l'industrie et l'université	Disponibilité du personnel de recherche et des ingénieurs	Taux de scolarisation enseignement supérieur	Disponibilité des dernières technologies	Niveau d'absorption technologique de l'entreprise
<b>Pays d'Afrique du Nord</b>								
Algérie	125	96	106	119	43	80	109	128
Égypte	109	110	74	120	25	78	91	58
Maroc	94	93	97	104	46	102	68	74
Tunisie	36	38	35	41	7	69	42	33
<b>Pays européens</b>								
France	8	19	13	44	12	39	16	23
Allemagne	1	6	4	9	27	52	17	14
Espagne	42	43	47	46	47	17	32	49

Source : Rapport global sur la compétitivité, *Forum économique mondial*, 2011.

# I. Déterminants de l'innovation et de la productivité dans les pays en développement

## I.1. L'innovation dans les pays en développement

**B**ien que la question de l'innovation et de son rôle dans la croissance économique ait été largement étudiée dans le contexte des pays développés, peu de travaux ont été consacrés à l'étude de la spécificité et des déterminants de l'innovation dans les pays en développement. Ces travaux soulignent que les déterminants traditionnels de l'innovation, identifiés dans l'abondante littérature empirique sur les pays développés, ne sont pas toujours significatifs dans les pays en développement, ce qui suppose une investigation plus approfondie en tenant compte de la spécificité de ces pays dans le domaine de l'accumulation du capital humain, des activités de R&D, de la coopération scientifique et de la capacité d'absorption technologique.

Parmi les déterminants traditionnels mis en évidence dans l'abondante littérature théorique et empirique, la taille de l'entreprise et l'intensité de la R&D semblent être aussi des indicateurs significatifs dans certains pays en développements. – Ayyagari et al. (2007), Pamukcu (2003), Almeida et Fernandes (2008) et Yuriy et al. (2010), El Ej (2012), Rahmouni et al. (2010). En effet, les grandes entreprises bénéficiant d'économies d'échelle et occupant une position plus favorable sur le marché ont un accès plus facile aux ressources financières pour mener des activités de R&D coûteuses. Elles ont aussi plus de notoriété et d'expérience, leur permettant de coopérer aussi bien avec les centres de recherche qu'avec les organisations et les entreprises étrangères. Par ailleurs, les grandes entreprises ont plus de moyens pour acheter ou exploiter les innovations brevetées contre le paiement de royalties. Les licences constituent une source importante pour l'acquisition de nouvelles technologies, particulièrement dans les pays en développement (Almeida et Fernandes, 2008), même si les restrictions imposées dans les contrats d'acquisition de licences entravent dans certains cas le transfert des technologies – Pamukcu (2003) et Koouba et al. (2010).

Par ailleurs, les études empiriques montrent l'importance cruciale de la qualité managériale et de la qualification des ressources humaines dans le renforcement du capital de connaissance de l'entreprise, source

d'innovation et d'appropriation technologique et technique. Dans ce cadre, les travaux de Pamucku (2003), Ayyagari et al. (2007) et Almeida et Fernandes (2008) sur certains pays en développement ont montré que la qualité des ressources humaines, mesurée par l'expérience du manager et le niveau d'éducation du personnel employé, renforce le potentiel d'innovation de l'entreprise. « Toutefois, cet effet n'est pas toujours évident puisque la présence des qualifications n'est pas toujours synonyme d'une efficacité dans l'exploitation des compétences. Dans certains cas, le capital humain, sous-exploité dans les activités génératrices de valeur ajoutée et de savoir, ne contribue pas de manière efficiente à l'innovation »<sup>7</sup>.

Concernant les externalités technologiques susceptibles d'être générées par l'ouverture économique, moyennant l'échange de biens et services d'une part, et la promotion des investissements directs étrangers entrants d'autre part, les résultats des travaux empiriques divergent et ne permettent pas de conclure à la significativité des effets d'entraînement de l'ouverture sur la capacité d'innovation du pays d'accueil. En effet, bien que certains travaux empiriques mettent en évidence l'effet significatif de l'investissement direct étranger sur l'innovation des entreprises domestiques dans certains pays en développement – Almeida et Fernande (2008), Yuriy et al. (2010) –, d'autres travaux trouvent un effet statistiquement insignifiant à la participation du capital étranger sur la capacité d'innovation – El Ej (2012), Pamukcu (2003), Karray et al. (2009). Ces résultats s'expliquent, d'une part par le positionnement des entreprises off-shore à capital étranger dans les activités de sous-traitance à faible valeur ajoutée et, d'autre part par la faible intégration de ces entreprises dans le tissu local, aussi bien en amont qu'en aval. Le partenariat étranger semble être plus orienté vers la réalisation de gains de productivité basés sur les bas coûts, notamment les coûts salariaux, que vers la promotion de l'innovation. Dans ce contexte, les externalités technologiques sont quasiment nulles et l'effet attendu de l'investissement direct étranger sur le potentiel d'innovation de l'entreprise locale est très faible.

En ce qui concerne l'effet de l'exportation, les travaux empiriques d'Ayyagari et al. (2007) et de Yuriy et al. (2010) pour certains pays en

<sup>7</sup> Karray et al. (2009), Koouba et al. (2010) et El Ej (2012) ont souligné un effet inattendu de la qualité des ressources humaines sur le potentiel d'innovation en Tunisie.

développement, suggèrent que les entreprises exportatrices innover plus que les entreprises tournées vers le marché local. Les entreprises exportatrices, plus exposées à la pression de la concurrence étrangère sur les marchés nationaux et internationaux, sont incitées à innover pour améliorer leur compétitivité structurelle. Toutefois, d'autres travaux montrent que cet effet n'est pas toujours significatif, dans le sens qu'il dépend de la spécialisation sectorielle du pays et de la nature de ses avantages comparatifs. Dans le cas des entreprises turques, Pamukcu (2003) a montré que l'effet de l'exportation sur l'innovation est statistiquement insignifiant. Le même résultat a été souligné dans le cas des entreprises tunisiennes – El Elj (2012), Rahmouni et al. (2010). Il semble ainsi que les exportateurs opérant essentiellement dans les secteurs de moyenne et faible intensité technologique et intervenant en tant que sous-traitants des entreprises européennes spécialisées dans les activités à faible valeur ajoutée<sup>8</sup> sont soumis à des contraintes de minimisation des coûts et d'amélioration continue des gains de productivité et non à des contraintes d'innovation et d'amélioration continue des produits et des procédés.

## 1.2. Innovation et productivité dans les pays en développement

La question de la relation entre productivité et innovation a été largement étudiée dans la majorité des pays développés, pour mettre en évidence l'importance des activités de la R&D et de l'appropriation technologique (via les accords de coopération avec les centres de recherche et les universités, les fournisseurs et les clients et, dans certains cas, les concurrents) dans l'amélioration du niveau de productivité, aussi bien pour l'entreprise que pour l'économie dans son ensemble. Dans ces pays développés, la relation entre R&D, innovation et productivité a été testée à partir des données d'entreprises fournies dans la base de données des enquêtes innovation de la communauté européenne (*Community Innovation Survey*, CIS) et en se référant au modèle théorique de base de Crépon, Duguet et Mairesse (CDM, 1998). Les résultats empiriques confirment la relation significative entre R&D, innovation et productivité, aussi bien dans les secteurs industriels que dans ceux des services – Griffith et al (2006), Lopes et Godinho (2005), Mairesse et Mohnen (2010), Polder et al. (2010), Hall (2011). En effet, l'innovation mesurée par les brevets déposés est fortement corrélée avec l'intensité de la R&D et d'autres variables d'appropriation technologique (coopération, licence, etc.). Par ailleurs, il a été démontré qu'il existe une forte relation causale entre productivité et innovation, pour laquelle la qualité du capital humain joue un rôle important.

D'autres travaux menés par Goedhuys (2007b) et Goedhuys et al. (2008) à partir des enquêtes de la Banque mondiale sur le climat des investissements – *World Bank Investment Climate Survey (WBICS)* – ont souligné que les activités de R&D et d'innovation, telles qu'elles sont habituellement mesurées, ne peuvent être considérées comme des facteurs explicatifs de la productivité des entreprises dans les pays en voie de développement.

Ces travaux témoignent de l'importance de reconsidérer les investigations théoriques et empiriques sur la spécificité de l'innovation et sur la nature de la relation entre productivité et innovation dans les pays en développement. Dans ces pays, l'intensité de la R&D est généralement très faible et l'appropriation technologique par l'intermédiaire de l'acquisition ou l'exploitation des brevets, ou encore moyennant la coopération technologique avec les centres et laboratoires de recherche, n'est pas toujours efficiente. Aussi, force est de constater que les innovations dans les pays en développement sont généralement mineures et incrémentales et souvent non brevetées. La brevetabilité des inventions n'est pas souvent une pratique commune aux entreprises innovantes dans ces pays<sup>9</sup>.

Dans ce cadre, pour bien analyser la spécificité de l'innovation dans les pays émergents et en développement et son impact sur la productivité, Dabla-Norris et al. (2010) retiennent une définition plus large de l'innovation, qui dépasse celle habituellement retenue pour les pays développés. Au-delà des innovations radicales de produits et de procédés, les auteurs considèrent un indicateur agrégé de l'innovation qui comprend un ensemble plus large d'activités novatrices, que ce soit des innovations majeures ou mineures (produits ou procédés) ou encore des innovations organisationnelles mineures. Leurs tests empiriques sur 14 000 entreprises dans 63 pays émergents et en développement montrent la significativité de la relation causale entre productivité et innovation dans le sens large. Par ailleurs, ils mettent en évidence l'importance relative de la capacité d'absorption et des mécanismes d'apprentissage en tant que facteurs déterminants de l'innovation et de la croissance de la productivité des entreprises dans les pays en développement. L'appropriation technologique se manifeste par l'acquisition ou l'exploitation de brevets d'invention, la coopération avec des entreprises innovantes, la pratique de l'ingénierie inverse, etc., et nécessitent une qualification confirmée des ressources humaines (l'expérience du manager, la promotion de la formation) et une pratique permanente de la veille technologique.

<sup>8</sup> En Tunisie et au Maroc, les exportations sont tirées essentiellement par le capital étranger qui intervient dans des activités de production off-shore à bas coût et à faible valeur ajoutée (ANIMA, 2011).

<sup>9</sup> [www.wipo.int/ipstats/fr/statistics/patents/](http://www.wipo.int/ipstats/fr/statistics/patents/)

Outre la capacité d'appropriation et la qualification des ressources humaines, il semble aussi que le climat d'investissement et le cadre institutionnel en général influent sur les incitations à l'innovation et affectent ainsi le niveau de productivité de l'entreprise. La rigidité réglementaire, la bureaucratie et l'inefficacité de l'interfaçage entre l'administration et l'entreprise sont autant d'obstacles freinant la créativité,

l'innovation et la croissance de la productivité (Goedhuys, 2007a). Dabla-Norris et al. (2010) montrent aussi que les contraintes d'accès au financement, les pratiques anticoncurrentielles, le déploiement des activités informelles, l'inefficacité du système de propriété intellectuelle, la criminalité, la corruption et le désordre sont aussi des entraves à l'investissement en général et à l'incitation à l'innovation en particulier.

## II. Analyse empirique pour les pays d'Afrique du Nord

Notre analyse concerne les entreprises des trois pays d'Afrique du Nord, pour lesquelles nous avons recueilli les données de l'enquête de la Banque mondiale sur le climat d'investissement (*World Bank Investment Climate Survey, WBICS*). L'échantillon comprend 1 712 entreprises appartenant à 9 secteurs industriels<sup>10</sup> (Tableau 2) réparties entre les trois pays.

### II.1. Données et analyse descriptive

Dans notre analyse, nous avons construit un certain nombre d'indicateurs (Annexe I) pour l'analyse de l'innovation et de la productivité. Malgré certaines différences dans la structure des questionnaires d'un pays à l'autre et la non-disponibilité de certaines données pour certains pays, nous avons sélectionné un ensemble harmonisé de variables par souci de comparaison de nos résultats.

Dans l'enquête WBICS, l'indicateur de l'innovation est mesuré par une variable qualitative dichotomique "INNOV", qui prend la valeur "1" si l'entreprise a introduit une nouvelle ligne de produits ou amélioré

une ligne de produits existants au cours des deux dernières années et "0" si non<sup>11</sup>.

Les variables explicatives retenues renseignent sur la taille de l'entreprise et son âge, le chiffre d'affaire total et à l'export, la part du capital étranger, le niveau de qualification des employés, l'intensité de R&D et d'autres variables mesurant l'innovation, l'utilisation des TIC et la perception du climat des affaires et de la réglementation, etc. Comme l'illustre le tableau 3, les pays d'Afrique du Nord se caractérisent par la dominance d'entreprises familiales de petite et moyenne taille qui représentent respectivement 91 %, 57 % et 62 % de l'échantillon en Algérie, en Égypte et au Maroc.

Concernant les variables qui expriment l'effort d'innovation interne, nous avons retenu l'indicateur habituel approximé par l'intensité de la R&D<sup>12</sup> (R&D/ chiffre d'affaires). Les données mettent en exergue la faiblesse de ce ratio dans les pays d'Afrique du Nord, comme c'est le cas de tous les pays en développement. Toutefois, bien que ce ratio soit très faible, il est relativement plus élevé pour les entreprises innovantes.

**Tableau 3 : Statistiques descriptives**

	Algérie	Égypte	Maroc
Taille de l'échantillon	291	962	459
<b>Taille (% effectif total)</b>			
Petite (<20 employés)	42	34	19
Moyenne (entre 20 et 99 employés)	49	23	43
Grande (plus de 100 employés)	9	43	38
<b>Distribution par secteur (%)</b>			
Agroalimentaire	31	15	25
Electronique	2	6	1
Machines et équipement	30	2	1
Métaux	-	16	-
Produits non-métalliques et produits plastiques	-	23	1
Prêt-à-porter	12	11	24

<sup>10</sup> Les données sur les services ne sont pas de bonne qualité. Plusieurs champs sont manquants.

<sup>11</sup> Étant donné l'absence d'un tel indicateur pour les entreprises marocaines, nous avons retenu l'activité de R&D comme variable proxy de l'innovation.

<sup>12</sup> Sauf pour le Maroc.

Produits chimiques et produits pharmaceutiques	7	10	20
Textile	13	17	11
Autres secteurs manufacturiers	5	-	17
<b>Moyenne de l'effectif employé total</b>			
Ensemble des entreprises	39	326	140
Entreprises innovantes	39	617	182
Entreprises non innovantes	40	183	127
<b>Part des ressources humaines qualifiées dans l'emploi</b>			
Ensemble des entreprises	46	45	42
Entreprises innovantes	48	42	40
Entreprises non innovantes	45	46	42
<b>Moyenne des années d'expérience du manager</b>			
Ensemble des entreprises	19,6	17,2	21,9
Entreprises innovantes	19,2	18,1	23,1
Entreprises non innovantes	19,9	16,8	21,5
<b>Formation professionnelle (%)</b>			
Ensemble des entreprises	19	23	25
Entreprises innovantes	22	42	53
Entreprises non innovantes	17	13	16
<b>Participation étrangère (%)</b>			
Ensemble des entreprises	2	8	23
Entreprises innovantes	4	11	33
Entreprises non innovantes	0,6	6	20
<b>Export (%)</b>			
Ensemble des entreprises	5	36	46
Entreprises innovantes	4,8	58	50
Entreprises non innovantes	4,8	25	45
<b>Dépenses de R&amp;D / CA (%)</b>			
Ensemble des entreprises	0,55	0,43	-
Entreprises innovantes	0,84	0,54	-
Entreprises non innovantes	0,42	0,07	-
<b>Licence (%)</b>			
Ensemble des entreprises	13	9	13
Entreprises innovantes	13	18	25
Entreprises non innovantes	13	5	9
<b>Certification (%)</b>			
Ensemble des entreprises	12	29	23
Entreprises innovantes	14	51	49
Entreprises non innovantes	10	18	15
<b>TIC (%)</b>			
Ensemble des entreprises	68	47	80
Entreprises innovantes	71	69	96

Pour mesurer la qualification du capital humain, nous avons retenu la qualité des ressources humaines approximée par 3 indicateurs : l'expérience du manager (**MAN\_EXP**), la proportion du personnel qualifié (**SKILL**) dans l'effectif total employé et un indicateur de la formation professionnelle assurée par l'entreprise pour ses employés (**TRAIN**). L'analyse bi-variée, montre que, pour l'Algérie, la proportion du personnel qualifié est plus élevée dans les entreprises innovantes, bien que la différence ne soit pas importante par rapport aux entreprises non innovantes. Toutefois, pour l'Égypte et le Maroc, le résultat est absurde, vu que la proportion des ressources humaines qualifiées est plus élevée dans les entreprises non innovantes. Pour les variables de la formation professionnelle, les proportions sont relativement plus élevées pour les entreprises innovantes dans les trois pays, alors que pour l'expérience du manager, la supériorité des entreprises innovantes est constatée pour le Maroc et l'Égypte mais pas pour l'Algérie.

Par ailleurs, pour apprécier la capacité d'absorption et d'apprentissage, nous avons retenu l'indicateur de la certification qualité (**CERT**) et l'indicateur d'appropriation technologique mesurée par l'acquisition des licences d'exploitation des brevets (**LIC**). Les données montrent que la proportion des entreprises ayant recouru à la certification est relativement plus élevée pour les entreprises innovantes dans les 3 pays, alors que pour les licences, la supériorité des entreprises innovantes est constatée pour le Maroc et l'Égypte mais pas pour l'Algérie. D'autres variables, telles que l'utilisation des TIC ont été introduites pour contrôler l'aptitude de l'entreprise à s'approprier les technologies et les connaissances en utilisant les nouveaux outils et les nouvelles techniques de communication.

Outre les indicateurs d'appropriation, la prise en compte du degré de l'ouverture économique en tant que facteur susceptible d'affecter les incitations à l'innovation et la productivité dans les pays d'Afrique du Nord est pertinente pour notre analyse. En effet, sur les deux dernières décennies, les pays d'Afrique du Nord (particulièrement la Tunisie, le Maroc et l'Égypte et, dans une moindre mesure, l'Algérie) avaient suivi des politiques commerciales en faveur du libre échange avec l'Europe et des stratégies d'attractivité des investissements directs étrangers en vue de stimuler la compétitivité et l'innovation. L'objectif était de pousser le tissu productif local à améliorer sa compétitivité prix et hors-prix sur le marché local et étranger et ce, sous la pression concurrentielle des partenaires européens. Les entreprises locales auraient aussi à bénéficier des éventuelles externalités technologiques provenant des activités des investisseurs étrangers dans les pays d'accueil. Ainsi, pour le besoin

de notre analyse, nous retenons deux indicateurs qui expriment l'ouverture de l'entreprise : d'une part, l'intensité d'exportation (**EXPO**) donnée par la part du chiffre d'affaires à l'export et, d'autre part, l'importance de l'investissement étranger donnée par la part du capital étranger (**FOR**) dans le capital total de l'entreprise.

Enfin, nous avons retenu des variables de perception qui reflètent les obstacles rencontrés par les entreprises dans les 3 trois pays. Ces indicateurs portent sur :

- La qualité des infrastructures et des services publics (télécommunications, transports, services administratifs, etc.).
- Le climat des affaires (pratiques anticoncurrentielles, secteur informel, corruption, etc.).
- La disponibilité des compétences et des qualifications.
- L'accès au financement.

## II.2. Modèle empirique et méthode d'estimation

En vue d'estimer l'effet de l'innovation sur la performance de l'entreprise dans les trois pays d'Afrique du Nord, nous adoptons un modèle en deux étapes. Dans un premier temps (Annexe II), nous testons<sup>13</sup> la significativité des déterminants traditionnels de l'innovation de l'entreprise (taille, R&D, qualité du capital humain) et de sa capacité d'apprentissage et d'appropriation (licence, certification, technologie), en mettant en évidence les effets attendus de l'ouverture économique via l'exportation et la participation du capital étranger.

Dans un deuxième temps, nous envisageons de mesurer l'effet de l'innovation et de ses principaux déterminants significatifs sur la productivité des entreprises (Annexe II). Dans un premier modèle, nous estimons l'effet direct de l'innovation sur la productivité, en tenant compte des variables indicatrices de l'environnement des affaires et de la qualité des services publics d'une part, et des indicateurs de l'ouverture économique d'autre part. En revanche, dans le deuxième modèle, la productivité est expliquée directement par les variables qui caractérisent l'entreprise (R&D, formation, taille, apprentissage, etc.), tout en considérant les mêmes variables de contrôle (environnement des affaires, qualité des infrastructures et des services publics, et participation du capital étranger). L'objectif est de tester le rôle direct des différents facteurs liés à l'adaptation et l'assimilation des connaissances et des technologies sur la performance des entreprises<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> L'équation d'innovation est estimée par la méthode du maximum de vraisemblance en utilisant le modèle Logit.

<sup>14</sup> Ce deuxième modèle permet d'éviter le problème de l'endogénéité qui pourrait surgir lors de l'estimation de la relation entre la productivité et l'innovation (les entreprises performantes pourraient être plus innovantes). Le modèle est estimé par la méthode des variables instrumentales afin d'éviter les biais d'estimation causés par l'endogénéité.

### III. Principaux résultats

#### III.1. Les déterminants de l'innovation

L'estimation de l'équation d'innovation montre que le modèle est non significatif pour l'Algérie, alors qu'il l'est pour le Maroc et l'Égypte (Annexe III, Tableau 1) avec des similitudes concernant l'effet des principaux déterminants sur l'innovation. Comme dans le cas des pays développés, la taille de l'entreprise semble jouer un rôle important dans la dynamique de l'innovation<sup>15</sup>, alors que l'intensité de R&D ne semble pas être une variable déterminante de l'innovation dans ces pays. Les innovations sont mineures et incrémentales et n'exigent pas d'activités intensives en R&D<sup>16</sup>.

Un résultat surprenant met en évidence la non significativité des qualifications des ressources humaines, mesurée par la part des employés ayant un niveau d'éducation élevé et ce, contrairement à la prédiction de certains autres travaux empiriques sur les pays en développement<sup>17</sup>. Ce résultat, pourrait s'expliquer par la faible valorisation du capital humain dans les activités innovantes. En effet, il semble que le capital humain soit davantage orienté vers l'exécution des tâches routinières et ordinaires et moins vers les activités de création et d'innovation.

En revanche, l'effet de la formation professionnelle sur la dynamique de l'innovation est significatif ; ce qui témoigne de l'importance de l'amélioration des compétences pour développer la capacité de l'entreprise à adopter et à absorber les nouveaux savoirs et les nouvelles connaissances indispensables à la dynamique de l'innovation bien qu'elle soit mineure. Par ailleurs, les autres indicateurs de l'appropriation technologique (licences, certifications, utilisation des TIC) ont un effet significatif et agissent positivement sur le comportement d'innovation de l'entreprise.

Concernant l'effet de l'exportation sur l'incitation à l'innovation, les résultats montrent que les entreprises égyptiennes bénéficient de l'ouverture pour dynamiser leurs innovations, alors que pour le Maroc, l'effet des exportations sur l'innovation n'est pas significatif. Ce résultat pourrait

s'expliquer par la nature des avantages comparatifs des deux pays. En Égypte, la spécialisation des exportations est de plus en plus tournée vers des produits diversifiés qui ciblent aussi bien les marchés européens que d'autres marchés internationaux sur lesquels les pressions concurrentielles obéissent davantage aux exigences de la compétitivité structurelle hors-prix. Les entreprises sont tenues d'adopter des technologies de plus en plus sophistiquées afin de répondre aux besoins des marchés étrangers. Pour le Maroc, l'effet insignifiant de l'exportation pourrait s'expliquer par la spécificité du tissu industriel du pays et l'orientation de l'exportation vers des activités à faible valeur ajoutée<sup>18</sup> et à bas coût.

Enfin, nos résultats mettent en évidence la non significativité de la participation du capital étranger dans l'incitation à l'innovation des entreprises égyptiennes et marocaines. Ce résultat a été souligné dans plusieurs études menées dans d'autres pays en développement<sup>19</sup> et témoigne de la spécialisation des investissements directs étrangers qui ciblent les pays d'Afrique du Nord dans des activités à faible intensité technologique. Comme nous l'avons déjà souligné, au Maroc comme en Tunisie, les IDE sont concentrés dans les activités de sous-traitance à faible valeur ajoutée. Ces activités industrielles à bas coût et à forte intensité de main-d'œuvre non qualifiée sont souvent tirées par le capital étranger actif dans le régime off-shore faiblement intégré à l'économie locale et se positionnant comme un sous-traitant de premier et de second rang des donneurs d'ordre européens.

#### III.2. Innovation et productivité

Pour mesurer la relation entre productivité et innovation (Annexe II) nous avons retenu<sup>20</sup> dans l'équation de productivité les variables traditionnelles (le stock de capital physique par travailleur  $K$  et le niveau d'utilisation de capacités<sup>21</sup>  $U$ ) en plus de la variable innovation, des indicateurs du climat d'investissement, de la qualité des services publics et des obstacles au recrutement de la main-d'œuvre qualifiée.

<sup>15</sup> Voir Pamucku, 2003, Ayyagari et al, 2007, Almeida et Fernandes, 2008, Yuriy et al, 2010.

<sup>16</sup> Karray al. (2009), Kooaba et al. (2010) et El Elj (2012) ont souligné le même effet inattendu de la qualité des ressources humaines sur le potentiel d'innovation en Tunisie.

<sup>17</sup> Pamucku (2003), Ayyagari et al. (2007) et Almeida et Fernandes (2008).

<sup>18</sup> Pour le cas tunisien, voir El Elj (2012) et Rahmouni et al. (2010).

<sup>19</sup> Pour le cas tunisien, voir El Elj, (2012), et Karray et al. (2009), et pour le cas turc, voir Pamucku (2003).

<sup>20</sup> La productivité du travail est l'une des mesures de la performance de l'entreprise. Certainement, il serait plus pertinent d'adopter d'autres indicateurs, tels que la valeur ajoutée ou la productivité totale des facteurs. Cependant, une telle information n'est pas disponible pour la majorité des entreprises de notre échantillon.

<sup>21</sup> En vue de contrôler les différences de capacités entre les entreprises.

Les résultats de l'estimation (Annexe III, Tableau 2), mettent en exergue l'effet positif de l'innovation sur la productivité en Égypte et au Maroc, alors que la relation n'est pas significative pour l'Algérie. Par ailleurs, les résultats montrent l'importance des obstacles relatifs à la disponibilité des qualifications en tant qu'entraves à l'amélioration de la productivité. De même, en ce qui concerne la contre-performance des services et des infrastructures publics pour le cas du Maroc et la concurrence informelle, les pratiques illégales et la réglementation excessive pour le cas algérien.

Ces résultats sont confirmés par l'estimation du modèle 2, qui fait intervenir directement tous les déterminants dans l'équation de productivité (Annexe III, Tableau 3). Comme dans le cas de l'innovation, il semble que les qualifications des ressources humaines posent un problème sérieux aux entreprises dans les pays d'Afrique du Nord. En effet, pour les trois pays, la variable SKILL qui mesure le niveau de qualification des employés n'est pas significative, alors que l'effet de la

variable SKILL-OBS qui mesure la perception des entreprises quant à la disponibilité des qualifications est significativement négative (pour le Maroc et l'Égypte). Ces résultats révèlent l'inefficacité de l'allocation des ressources humaines et appelle à la mise en place de politiques d'éducation et de formation plus efficaces.

Enfin, la participation étrangère dans le capital de l'entreprise se traduit par une meilleure productivité seulement en Égypte, alors que lors de l'estimation de l'équation de l'innovation, cette variable n'était pas significative. Ce résultat confirme que l'investissement direct étranger pourrait générer des gains de productivité sans amélioration du potentiel d'innovation. Les IDE en Afrique du Nord traduisent plus un positionnement qui répond à une exigence d'amélioration de la productivité par le biais de la réduction des coûts que par le biais de l'amélioration de la compétitivité structurelle, synonyme d'effort d'innovation et d'amélioration continue.

## IV. Conclusions et recommandations

À travers cette note, nous avons essayé d'élaborer une analyse comparative entre trois pays d'Afrique du Nord, afin d'identifier le profil de l'entreprise innovante et mettre en évidence les différents facteurs (internes et externes) qui influencent l'aptitude de l'entreprise à innover. Par ailleurs, nous avons examiné les répercussions de l'effort d'innovation sur la performance de l'entreprise, tout en insistant sur l'importance des qualifications et du climat d'investissement dans l'amélioration de la productivité. Malgré l'existence de certaines divergences entre les pays d'Afrique du Nord, nous avons confirmé à travers cette note que ces pays partagent des caractéristiques communes en ce qui concerne le potentiel et les obstacles à l'innovation et leur effet sur l'amélioration de la productivité.

Nous avons souligné que l'innovation dans les pays d'Afrique du Nord est loin d'être exclusivement le résultat d'activités de R&D et de création de nouvelles technologies ; elle se manifeste aussi par l'adoption et l'adaptation de technologies créées ailleurs. En effet, dans ces pays où les structures productives sont dominées par les entreprises de petite ou de moyenne taille avec des capacités technologiques limitées et une intensité de R&D négligeable, l'adoption et l'adaptation technologiques se présentent comme des options alternatives et efficaces pour intégrer la course à l'innovation. L'innovation n'est pas toujours synonyme de création d'une technologie de rupture ou d'introduction de produits radicalement nouveaux. Elle peut se traduire par une montée en gamme et par la création de plus de valeur ajoutée pour les produits existants. Toutefois la capacité d'absorption dépend, entre autres, des mécanismes d'apprentissage, des qualifications des ressources humaines et de la qualité managériale. Or nos résultats montrent que dans les pays d'Afrique du Nord, notamment au Maroc et en Égypte, l'effet des ressources humaines qualifiées est statistiquement insignifiant, que ce soit sur l'incitation à l'innovation ou sur le niveau de productivité, ce qui révèle une sous-utilisation et une allocation inefficace du capital humain dans les pays d'Afrique du Nord.

Par ailleurs, nous avons dégagé d'autres résultats inattendus concernant l'effet de l'ouverture économique sur le potentiel d'innovation. D'une part, l'effet de l'exportation sur l'innovation est statistiquement insignifiant, dû principalement à la structure rigide des avantages comparatifs dans ces pays et la concentration de l'exportation dans les secteurs à faible valeur ajoutée et à potentiel technologique réduit, particulièrement pour le Maroc. D'autre part, nous avons montré un effet limité de

l'investissement étranger sur l'incitation à l'innovation, du fait que ces investissements ciblent des activités à faible valeur ajoutée et à bas coût tournées vers la sous-traitance. De plus, ces investissements sont généralement déconnectés et faiblement intégrés dans le tissu productif local et ne génèrent de ce fait que peu d'externalités en amont et en aval.

Pour dynamiser l'innovation et stimuler la productivité, une attention particulière devrait être portée à certains aspects du système national d'innovation. Dans le contexte actuel, face aux menaces concurrentielles exercées par un certain nombre de pays émergents, notamment les pays asiatiques, offrant des coûts de production imbattables dans les secteurs traditionnels, les pays d'Afrique du Nord sont désormais amenés à cibler un plus large éventail de technologies nécessitant une importante capacité d'absorption et une main-d'œuvre hautement qualifiée, pour renforcer leur compétitivité hors-prix dans les secteurs traditionnels et diversifier leurs activités productives vers d'autres secteurs à plus forte valeur ajoutée.

D'abord, il s'agit de créer des synergies entre les différents acteurs du système national d'innovation embryonnaire, afin d'initier les réformes nécessaires permettant à terme de mettre en mouvement tous les facteurs de réussite de l'innovation. Dans ce domaine, les options de réformes devraient viser le renforcement de la gouvernance du système national d'innovation, la dynamisation du milieu de la recherche et de celui de l'entreprise, dans l'objectif de décroquer les deux sphères en assurant un interfaçage plus efficace. Par ailleurs, l'urgence porte sur le développement de la qualité des programmes et des projets des institutions d'enseignement et de recherche, ainsi que leur alignement sur les besoins des entreprises notamment dans les nouveaux domaines stratégiques. Dans ce cadre, un soutien plus renforcé devrait être fourni au système d'enseignement supérieur et à la formation professionnelle, en vue d'améliorer les compétences des ressources humaines pour une meilleure contribution aux processus de la production et de l'innovation.

Ensuite, les pays d'Afrique du Nord devraient reconsidérer les réformes et les stratégies liées à l'investissement direct étranger. Il s'agit d'assainir le climat d'investissement et de l'accompagner par des incitations plus avantageuses aux investisseurs innovateurs. De nouvelles politiques devraient cibler des IDE dans des activités productives à plus forte

valeur ajoutée et suffisamment intégrées en amont et en aval à l'économie locale. De plus, la stratégie devrait faciliter l'interfaçage avec le milieu de la recherche et encourager les programmes d'incubation en collaboration avec les organismes publics et le secteur privé local.

Enfin, des stratégies d'attractivité de la R&D internationale délocalisée par les firmes multinationales devraient dynamiser les systèmes

d'innovation des pays d'Afrique du Nord. Des mécanismes de contractualisation, soutenus par l'État, dans le domaine des sciences et des technologies, entre les centres de recherche, les universités, les entreprises locales potentiellement innovantes et les entreprises étrangères désirant délocaliser leurs activités de R&D, devraient renforcer la cohésion entre les différentes composantes du système national d'innovation autour de projets novateurs.



## Annexe I : Description des variables

**Tableau 3 : Statistiques descriptives**

Variable	Description
<b>Variables dépendantes</b>	
INNOV	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'entreprise est innovante et 0 si l'entreprise est non innovante.
Log (CA /L)	Le chiffre d'affaires divisé par le nombre moyen de salariés permanents pendant le dernier exercice, en termes logarithmiques.
<b>Variables indépendantes</b>	
Age	L'année d'enquête moins l'année du premier exercice.
Taille / MEDUIM	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si la taille de l'entreprise oscille entre 20 et 99 employés et 0 si non.
LARGE	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si la taille de l'entreprise est supérieure ou égal à 100 employés.
FOR (Part du capital étranger)	La part du capital de l'entreprise détenue par une firme étrangère.
EXP (Intensité des exportations)	Le pourcentage des ventes dédiées à l'exportation.
SKILL	Le pourcentage des personnels qualifiés par rapport au total des personnels permanents.
TRAIN	Le pourcentage des personnels permanents bénéficiant d'une formation professionnelle.
MANEXP	Le nombre d'années d'expérience du manager dans le secteur d'activité de l'entreprise.
LIC	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'entreprise utilise une technologie sous licence étrangère.
CERT	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'entreprise possède une certification internationale.
E-mail	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'entreprise utilise l'e-mail comme un moyen de communication.
Web	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'entreprise utilise le site web comme un moyen de communication.
LOAN	Variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'entreprise a bénéficié d'un crédit ou d'un prêt.
Log (K/L)	La valeur nette des actifs totaux (machines, équipements, terrains et constructions) par travailleur (en Log).
U	Le niveau d'utilisation de la capacité est le taux d'utilisation des capacités de production réelle de l'entreprise par rapport au taux de capacité de production maximale.
SKILL_OBS	Une variable obstacle qui prend la valeur 0 si le manque de formation et de personnels qualifiés n'est pas considéré comme étant une contrainte pour l'entreprise, et prend les valeurs de 1 à 4 selon le degré de difficulté de cette contrainte (1: obstacle mineur et 4: obstacle très sévère).
BUSS_SUP_SER	Une variable obstacle qui prend la valeur 0 si l'absence de services publics (communication, électricité, transport) n'est pas considérée comme étant une contrainte pour l'entreprise, et prend les valeurs de 1 à 4 selon le degré de difficulté de cette contrainte (1: obstacle mineur et 4: obstacle très sévère).
INVEST_CLIM	Une variable obstacle qui prend la valeur 0 si la concurrence déloyale du secteur informel, les pratiques anticoncurrentielles, et l'accès aux licences et au permis d'investissement ne sont pas considérés comme étant une contrainte pour l'entreprise, et prend les valeurs de 1 à 4 selon le degré de difficulté de ces contraintes (1: obstacle mineur et 4: obstacle très sévère).

## Annexe II : Modèles économétriques

### II.1. L'équation d'innovation

L'équation d'innovation est exprimée comme suit :

$$INNOV_i = \beta_0 + \beta_1 Age + \beta_2 Taille + \beta_3 Exp + \beta_4 For + \beta_5 Loan + \beta_k X_k$$

Avec  $X_k$ , est le vecteur de k variables technologiques et d'apprentissage, pour chaque firme i, présentées dans les sections précédentes. Cette équation est estimée séparément pour chaque pays en utilisant le modèle logit binomial. Comme nous l'avons déjà mentionné, pour les firmes marocaines, l'innovation est approximée par l'effort de R&D.

### II.2. Les équations de productivité

Les équations de la productivité, basées sur une approximation de type Cobb-Douglas de la fonction de production, sont présentées sous la forme suivante :

a- Estimation de l'effet de l'innovation sur la productivité :

$$\text{Modèle 1: } Y_i = \alpha K_i + \eta U_i + \gamma INNOV_i + \delta I_i + \lambda For + \varepsilon_i$$

b- Estimation directe des effets des déterminants de l'innovation sur la productivité :

$$\text{Modèle 2: } Y_i = \alpha K_i + \eta U_i + \gamma_k X_{ki} + \delta I_i + \lambda For + \varepsilon_i$$

Avec

$Y$  est la productivité du travail mesurée par le chiffre d'affaires par employé (en log).

$K$  est le stock du capital physique par employé (en log).

$U$  est le taux d'utilisation des capacités.

$INNOV$  est l'indicateur d'innovation (0 ou 1).

$X_k$  est l'ensemble des variables explicatives mesurant l'effet des facteurs technologiques et d'apprentissage.

$I$  est l'ensemble des proxys de la perception du climat d'investissement (pratiques anticoncurrentielles, corruption, etc.) et de la qualité des infrastructures et des services publics.

$FOR$  mesure la part du capital étranger.

$\varepsilon_i$  est le terme d'erreur représentant les perturbations aléatoires.

## Annexe III : Résultats des estimations

Tableau 1 : Déterminants de l'innovation : les résultats de modèle logit

	Algérie	Égypte	Maroc
Constant	-0,699 (-1,665)*	-1,815 <b>(-6,154)***</b>	-4,074 <b>(-5,701)***</b>
AGE	-0,008 (-0,761)	-0,006 (-1,296)	0,009 (1,143)
MEDIUM	0,227 (0,828)	0,878 <b>(3,760) ***</b>	1,244 <b>(2,379) **</b>
LARGE	-0,207 (-0,410)	1,043 <b>(4,341) ***</b>	1,117 <b>(1,989) **</b>
FOR	0,032 (1,688)*	-0,001 (-0,208)	0 (0,085)
EXP	0,035 (0,957)	0,007 <b>(2,179) **</b>	-0,002 (-0,589)
SKILL	0,007 (1,341)	-0,004 (-1,052)	-0,002 (-0,472)
MAN_EXP	-0 (-0,048)	0,001 (0,194)	0,012 (1,047)
TRAIN_INT	-0,002 (-0,291)	0,011 <b>(2,524) **</b>	0,015 <b>(2,814) ***</b>
CERT	0,401 (0,929)	0,629 <b>(3,302) ***</b>	0,748 <b>(2,504) **</b>
LIC	-0,185 (-0,484)	0,539 <b>(2,048) **</b>	0,568 <b>(1,665)*</b>
E_MAIL	0,029 (0,102)	0,102 (0,392)	0,760 (1,561)
WEB	0,027 (0,089)	0,435 <b>(1,694)*</b>	0,555 <b>(1,963) **</b>
LOAN	0,091 (0,346)	0,065 (0,760)	0,486 <b>(1,800)*</b>
R <sup>2</sup> Mc Fadden	0,03	0,16	0,21
% des prédictions correctes	<b>60,13</b>	<b>73,08</b>	<b>80,84</b>
LRT statistique (Likelihood Ratio Test)	<b>11,58 (N.S)</b>	<b>189,03***</b>	<b>104,97***</b>

\* Significative à 10 %, \*\* Significative à 5 %, \*\*\* Significative à 1 %.

- **Tests du rapport de maximum de vraisemblance** – LRT (*Likelihood Ratio, Test*) : pour vérifier la significativité globale de notre modèle, nous avons appliqué le test du rapport des maxima en estimant, d'une part, le modèle contraint et, d'autre part, le modèle non contraint. La statistique LRT correspond alors tout simplement à l'écart des log-vraisemblance : les valeurs de la statistique LRT sont statistiquement significatives pour l'Égypte et le Maroc. Alors que cette valeur est non significative pour le cas de l'Algérie, ce qui permet l'acceptation de l'hypothèse nulle suggérant que tous les paramètres estimés sont nuls sauf pour le constant.
- **La qualité d'ajustement Pseudo-R<sup>2</sup>** : R<sup>2</sup> de Mc Fadden mesure la qualité d'ajustement du modèle. Les valeurs de R<sup>2</sup> de Mc Fadden reflètent une bonne qualité d'ajustement, notamment pour l'Égypte et le Maroc.
- **Test de multi-colinéarité (Variance Inflation Factor VIF)** : afin de vérifier l'éventuelle colinéarité entre les variables explicatives, nous avons calculé l'indicateur d'inflation de la variance (*Variance Inflation Factor, VIF*). Une valeur inférieure à 10 souligne que la colinéarité entre les variables est tolérable. Dans la totalité des estimations, la colinéarité ne semble pas de nature à biaiser le modèle puisque la valeur de VIF est relativement faible.

**Tableau 2 : Résultats de l'estimation de l'équation de productivité (modèle 1)**

	Algérie	Égypte	Maroc
<b>INNOV</b>	0,012 (0,08)	1,460 <b>(4,22) ***</b>	1,845 <b>(4,81) ***</b>
<b>K</b>	0,043 <b>(2,72) ***</b>	0,254 <b>(10,49) ***</b>	0,227 <b>(7,16) **</b>
<b>U</b>	0,009 <b>(2,15) **</b>	-0,002 (-0,77)	0,008 <b>(2,42) **</b>
<b>FOR</b>	0,0001 (0,02)	0,010 <b>(3,89) ***</b>	-0,001 (-0,81)
<b>SKILL_OBS</b>	-0,030 (-0,47)	-0,116 <b>(-3,53) ***</b>	-0,132 <b>(-2,40) **</b>
<b>BUSS_SUP_SER</b>	-0,201 (-1,34)	-0,003 (-0,04)	-0,254 <b>(-1,70)*</b>
<b>INVEST_CLIM</b>	-0,217 <b>(-2,64) **</b>	0,118 (1,60)	0,033 (0,47)
<b>Constant</b>	10,29 <b>(25,17) ***</b>	6,128 <b>(21,93) ***</b>	7,048 <b>(16,75) ***</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,069</b>	<b>0,117</b>	<b>0,125</b>
<b>F</b>	<b>3,03***</b>	<b>28,83***</b>	<b>21,61***</b>
<b>N (nombre d'observations)</b>	<b>291</b>	<b>962</b>	<b>459</b>

\* Significative à 10 %, \*\* Significative à 5 %, \*\*\* Significative à 1 %.

#### **L'approche des variables instrumentales (IV) :**

- Le test de Durbin-Wu-Hausman a permis le rejet de l'hypothèse nulle suggérant que la variable INNOV est exogène et confirme la consistance des estimateurs IV.
- Le test de Sargan permet d'accepter l'hypothèse nulle (les instruments sont non corrélés avec les résidus).

- La statistique F de la première étape d'estimation valide la pertinence de nos instruments. La consistance des instruments est confirmée notamment pour le cas de l'Égypte et du Maroc. Pour l'Algérie, l'estimateur de MCO reste efficace et consistant et l'endogénéité de la variable INNOV semble ne pas affecter les résultats des estimations.

Tableau 3 : Résultats d'estimation de l'équation de productivité (modèle 2)

	Algérie	Égypte	Maroc
<i>K</i>	0,036 (2,36) ***	0,266 (11,52) ***	0,258 (7,42) ***
<i>U</i>	0,006 (1,91) **	0,002 (0,92)	0,009 (2,92) ***
FOR	-0,002 (-0,25)	0,011 (4,01) ***	-0,001 (-0,76)
SKILL	-0,003 (-0,87)	-0,002 (-0,92)	-0,001 (-0,67)
TRAININT	-0,005 (-1,17)	0,003 (1,17)	0,007 (2,82) ***
MANEXP	-0,006 (-1,13)	-0,011 (-2,39) **	0,003 (0,56)
CERT	0,192 (0,80)	0,207 (1,52)	0,798 (5,09) ***
LIC	0,376 (1,72)*	0,141 (0,74)	0,061 (0,35)
EMAIL	0,502 (3,00) ***	0,287 (1,65)	0,133 (0,90)
WEB	-0,098 (-0,56)	0,037 (0,21)	-0,250 (-1,7)
SKILL_OBS	-0,232 (-1,57)	-0,103 (-3,26) ***	-0,139 (-2,93)**
BUSS_SUP_SER	-0,017 (-0,27)	-0,024 (-0,33)***	-0,267 (-1,74)**
INVEST_CLIM	-0,216 (-2,67) ***	0,132 (1,85) **	0,033 (0,54)
Constant	10,283 (23,43) ***	6,247 (20,82) ***	6,865 (13,87) ***
<i>R</i> <sup>2</sup>	0,128	0,193	0,329
<i>F</i>	3,12***	15,87***	18,12***
N (nombre d'observations)	291	962	459

\* Significative à 10 %, \*\* Significative à 5 %, \*\*\* Significative à 1 %.

## Références bibliographiques

- Almeida R., Fernandes A. M. (2008), *Openness and technological innovations in developing countries: evidence from firm-level surveys*, *Journal of Development Studies* 44:701–727.
- ANIMA Investment Network (2010), *The Mediterranean between growth and revolution: Foreign Direct Investments and Partnership in MED countries in 2010*, Study N° 21, mars 2010.
- Arab Human Development Report (2010)*.
- Arvanitis R., Boisard A.S., Clemente R.R., and Pasimeni P. (2007), *Toward a Euro Mediterranean Innovation Space: Ideas for research and Policy Making*.
- Arvanitis R., Mhenni H., (2010), «Monitoring Research and Innovation Policies in the Mediterranean Region», *Science Technology & Society* 15(2):233-69.
- Ayadi R., De Wulf L., El Elj M., Ghoneim M., Gasiorek M., Gonzales J. L., Guerin S., Holmes P., Kassal H., Maliszewska M., Tekce M., (2009), «Economic Integration in the Euro Mediterranean Region», CASE Network Report.
- Ayyagari, M., Demirguc-Kunt, A., and Maksimovic V. (2007), «Firm Innovation in Emerging Markets», World Bank Policy Research Working paper 4157.
- Benavente, J. M. (2006), *The Role of Research and Innovation in Promoting Productivity in Chile*, *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4-5), 301-315.
- Bogliacino, F., Perani, G., Pianta, M., and Supino, S. (2009), «Innovation in Developing Countries: The Evidence from Innovation Surveys», paper prepared for the FIRB conference Research and Entrepreneurship in the Knowledge-based Economy, Milano: University L. Bocconi.
- Chudnovsky, D., López, A., and Pupato G. (2006), *Innovation and Productivity in Developing Countries: A Study of Argentine Manufacturing Firms Behavior (1992-2001)*, *Research Policy*, 35, 266-288.
- Crépon, B., Duguet, E., and Mairesse, J. (1998), «Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level», *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 7, pp. 115-158.
- Crespi, G., and Zuniga, P. (2010), «Innovation and Productivity: Evidence from six Latin American countries», IDB Working papers series - IDB-WP-218.
- Dabla-Norris E., Kersting E., and Verdier, G. (2010), «Firm productivity, Innovation and financial development», IMF Working paper.
- El Elj M. (2012), Innovation in Tunisia Empirical Analysis for Industrial Sector, *Journal of Innovation Economics*, 2012/1 (N° 9).
- Global Competitiveness Report (2010-2011)*, World Economic Forum.  
[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2010-11.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf)

- Griffith, R. et al. (2006), «Innovation and Productivity across Four European Countries», *Oxford Review of Economic Policy* 22(4): 483-498.
- Goedhuys, M. (2007a), «Learning, Product Innovation, and Firm Heterogeneity in Developing Countries: Evidence from Tanzania, Industrial and Corporate Change», 16: 269-292.
- Goedhuys, M. (2007b), «The Impact of Innovation Activities on Productivity and Firm Growth: Evidence from Brazil», UNU-MERIT Working Paper - 002.
- Goedhuys, M., N. Janz, and Mohnen P. (2008), «Knowledge-based Productivity in Low-tech Industries: Evidence from Firms in Developing Countries», UNU-MERIT Working paper Series 007.
- Hall, B. H. (2011), «Innovation and productivity», UNU-MERIT Working papers, ISSN 1871-9872.
- Karray, Z., and Kriaa, M. (2009), «Innovation and R&D investment of Tunisian firms: a two-regime model with selectivity correction», Economic Research Forum working paper N° 484.
- Koubaa, K., M'henni, H., and Gabsi, F. (2010), «Innovation determinants in emerging economies: an empirical study based on an innovation survey data in Tunisia», *Int. J. Technological Learning, Innovation and Development*, Vol. 3, N° 3, pp.205–225.
- Lopes, L., and Godinho, M. (2005), «Services Innovation and Economic Performance: An analysis at the firm level», DRUID Working papers.
- Mairesse, J., and Mohnen, P. (2010), «Using innovation surveys for econometric analysis», UNU-MERIT Working papers, 2010-023.
- Pamukcu, T. (2003), «Trade Liberalization and Innovation Decisions of Firms: Lessons from Post-1980 Turkey, *World Development*», Elsevier, vol. 31(8), pages 1443-1458.
- Polder, M., Van Leeuwen, V., Mohnen, M., and Raymond, W. (2010), «Product, Process and Organizational Innovation: Drivers, Complementarity and Productivity Effects», DRUID Working paper N° 10-24.
- Rahmouni, M., Ayadi, M., and Yildizoglu, M. (2010), *Characteristics of innovating firms in Tunisia: The essential role of external knowledge sources, Structural Change and Economic Dynamics*.
- World Economic Forum (2010), *The Global Competitiveness Report 2010-2011*.
- Yuriy, G., Svejnar, J., and Terrell, K. (2010), Globalization and Innovation in Emerging Markets, *American Economic Journal: Macroeconomic*, 2(2): 194–226.



