

ECONOMIC  
RESEARCH  
FORUM



منتدى  
البحوث  
الاقتصادية

2011

# working paper series

UNE ANALYSE BINOMIALE DE LA DECISION  
D'INNOVATION DANS UN ECHANTILLON  
D'ENTREPRISES PRIVEES EN TUNISIE

Adel Tlili and Ali Chkir

Working Paper No. 605

**UNE ANALYSE BINOMIALE DE LA DECISION  
D'INNOVATION DANS UN ECHANTILLON  
D'ENTREPRISES PRIVEES EN TUNISIE**

Adel Tlili and Ali Chkir

**Working Paper 605**

**August 2011**

Send correspondence to:  
Adel Tlili  
Université de Sfax, Tunisie  
[Adel.Tlili@fsegs.rnu.tn](mailto:Adel.Tlili@fsegs.rnu.tn)

First published in 2011 by  
The Economic Research Forum (ERF)  
21 Al-Sad Al-Aaly Street  
Dokki, Giza  
Egypt  
[www.erf.org.eg](http://www.erf.org.eg)

Copyright © The Economic Research Forum, 2011

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without permission in writing from the publisher.

The findings, interpretations and conclusions expressed in this publication are entirely those of the author(s) and should not be attributed to the Economic Research Forum, members of its Board of Trustees, or its donors.

## **Résumé**

L'objectif de cet article est de définir et d'analyser l'influence de certains déterminants et contraintes sur la décision d'innovation (innover ou ne pas innover) dans un échantillon d'entreprises privées en Tunisie au cours de la période 2002-2004. Les résultats de l'estimation d'un modèle Logit binomial montrent que cette décision dépend essentiellement de deux déterminants internes qui sont la taille de l'entreprise et l'existence d'une activité interne de R&D et de deux déterminants externes qui sont la coopération avec le secteur public et la coopération réalisée avec le secteur privé. En revanche, aucune des contraintes définies dans cette étude n'a d'influence significative sur cette décision.

## **Abstract**

This article aims at studying the impact of determinants and constraints on the innovation decision in private firms in Tunisia over the period 2002-2004. By using a binomial Logit model, we conclude that this decision depends essentially on two internal determinants which are the firm size and the existence of internal R&D activity as well as two external determinants which are the cooperation with the public sector and the cooperation achieved with the private one. We also conclude that there is no significant effect of constraints on this decision.

## 1. Introduction

L'innovation continue d'être considérée comme la source principale de l'impulsion du système économique et l'assurance d'une longue vie pour l'entreprise. Le potentiel d'innovation d'une économie dépend pour beaucoup de l'entreprise, c'est pourquoi il importe de comprendre les caractéristiques qui rendent les firmes plus ou moins innovatrices, ainsi que la manière dont la décision d'innovation est prise au niveau de l'entreprise. Ce qui est certain c'est que la probabilité de réalisation d'une innovation diffère d'une entreprise à l'autre en fonction de plusieurs variables d'influence mais aussi en fonction de la nature des contraintes rencontrées par chacune. Plusieurs études économétriques, impulsées par la standardisation des définitions et des méthodes d'enquêtes liées à l'innovation établies par l'OCDE<sup>1</sup>, se sont penchées sur l'analyse de ces variables qui influencent la décision d'innovation et la performance de l'entreprise.

Au départ, les études de ce genre se sont focalisées sur des échantillons d'entreprises appartenant à des pays industrialisés. D'autres études, moins nombreuses mais plus récentes, ont commencé à avoir lieu dans des pays nouvellement industrialisés qui ont réussi à élaborer des enquêtes spécifiques mais pas nécessairement systématiques, pour évaluer leur potentiel propre d'innovation et repérer les déterminants susceptibles d'influencer la décision d'innovation de leurs entreprises. Dans ce contexte, les études de cas consacrées à l'examen du processus d'innovation dans des échantillons d'entreprises en Turquie [Pamukçu et Cincera (2001)], au Singapour [Wan et al (2005)] ou en Argentine [Chudnovsky et al (2006)] ont permis de mieux appréhender les principaux déterminants et caractéristiques propres des activités d'innovation technologique de leurs entreprises et de préciser les différences qui les distinguent de ceux observés dans des entreprises de pays industrialisés.

Dans plusieurs autres pays en développement, ce genre d'études est resté relativement rare soit en raison de la faiblesse des capacités d'innovation de leurs entreprises soit en raison de l'inexistence d'informations et d'enquêtes statistiques permettant de mener des études pareilles, soit en raison de l'absence même d'une stratégie nationale d'innovation. La Tunisie, et avec la promulgation, en 1996, de la première loi d'orientation scientifique et technologique, est devenu l'un des rares pays de la rive sud de la méditerranée qui font de l'innovation un objectif national au côté de l'emploi. Comme corollaire, différents programmes et actions législatives ont été mis en œuvre pour encourager l'innovation à la fois dans le secteur public et dans le secteur privé. Avec l'instauration conjointe d'un programme de mise à niveau de l'entreprise tunisienne, plusieurs unités ont adhéré au projet de promotion de l'innovation<sup>2</sup>, mais après plus d'une décennie d'expérience, les résultats de ces différentes mesures sont restés méconnus, faute de la disponibilité d'informations statistiques détaillées et fiables.

La première enquête d'envergure<sup>3</sup> conduite dans l'objectif de collecter et fournir le maximum d'informations statistiques nécessaires à l'évaluation des efforts entrepris en matière d'innovation technologique à l'échelle de l'entreprise tunisienne, n'a eu lieu qu'en 2005. Certes, ce n'est pas l'élaboration de cette enquête qui justifie, à elle seule, notre attention au cas tunisien mais c'est aussi la position remarquable de ce pays en terme d'indicateurs de l'innovation comparé à des pays africains ou des pays du MENA qui impose l'exemple tunisien comme un cas intéressant à étudier. Les études empiriques publiées ayant traitées des cas d'entreprises tunisiennes se sont plus intéressées aux problèmes de la productivité, de

---

<sup>1</sup> Dans le cadre notamment du Manuel de FRASCATI et du Manuel d'OSLO.

<sup>2</sup> 3842 entreprises industrielles, selon le bulletin de mise à niveau de l'Agence de Promotion de l'Industrie n° 16/2007.

<sup>3</sup> D'autres enquêtes moins importantes ont été menées par l'Agence de Promotion de l'Industrie (API) ou par le Centre Technique des Industries Mécaniques et Électriques (CETIME) sur des échantillons restreints d'entreprises sont restées confidentielles.

l'efficience et de la performance concurrentielle<sup>4</sup>. A l'exception des études de M'henni (2003) et de Chehaider (2009), les travaux ayant abordé les questions liées à l'innovation au niveau de l'entreprise tunisienne se sont plus confinées dans la sphère administrative sous forme d'études stratégiques ou d'études exploratoires. Cet article, prétend combler ce manque et fournir une analyse microéconomique profonde de l'innovation qui fait soustraire les travaux sur la recherche et l'innovation en Tunisie du carcan des chiffres agrégés.

L'objectif de cet article est de définir et d'analyser les déterminants et les contraintes de la décision d'innovation dans un échantillon d'entreprises privées en Tunisie au cours de la période 2002-2004, soit moins d'une décennie après la mise en œuvre de la première loi d'orientation scientifique et technologique. A cet effet, la première section de cet article sera consacrée à un survol de quelques travaux empiriques en vue de délimiter une liste de déterminants internes et externes mais aussi de contraintes, susceptibles d'influencer la décision d'innovation au niveau de l'entreprise. Nous insisterons en particulier sur les travaux ayant traité le cas des Petites et Moyennes Entreprises (PME) appartenant à des pays en voie de développement. La deuxième section exposera la modélisation économétrique adoptée pour estimer l'influence de ces déterminants et contraintes sur la décision d'innovation dans un échantillon d'entreprises tunisiennes privées. La troisième section est réservée à la présentation de la base des données et des statistiques descriptives. Les résultats des tests et des estimations seront présentés et interprétés au niveau de la quatrième section. Quelques comparaisons avec des résultats relatifs à certains pays en développement similaires à la Tunisie seront aussi mises en œuvre.

## **2. Déterminants et contraintes de la décision d'innovation au niveau de la firme**

Cette section consiste en un survol d'une panoplie de travaux empiriques en majorité récents ayant mis en relief les différents déterminants et contraintes susceptibles d'influencer positivement ou négativement le processus d'innovation à l'échelle de l'entreprise. La littérature sur les déterminants de l'innovation est très large et remonte aux travaux pionniers de Shumpeter. La diversité des études existantes sur le sujet rend difficile l'élaboration d'une revue exhaustive, mais permet de conclure, conformément à Romijn et Albaladejo (2002), Galende et De la Fuente (2003), Vega-Jurado et al (2008) et Frenza et Ietto-Gillies (2009), qu'il y a eu identification de deux variantes de facteurs qui influencent la décision et la capacité d'innovation de l'entreprise : des déterminants internes à l'entreprise et d'autres qui lui sont externes. La liste des déterminants et contraintes ci-après présentées est délimitée en fonction des informations disponibles dans l'enquête source des données utilisées dans cet article<sup>5</sup>.

### **2.1 Déterminants de la décision d'innovation**

#### *2.1.1 Déterminants internes*

Les déterminants internes à l'entreprise et qui conditionnent son processus d'innovation sont définis par Lall (1992) comme l'ensemble des compétences et des connaissances qui permettent à l'entreprise d'absorber, de maîtriser, et d'améliorer les technologies existantes et de créer de nouvelles technologies. On y trouve :

***D<sub>1</sub>*** - *La taille de l'entreprise (TAI-LLE)*. La majorité des études montre que l'intensité de l'innovation augmente de manière régulière avec la taille de l'entreprise ne serait ce que pour l'accès aux ressources financières nécessaires à l'innovation (Coronado et al, 2008 ; Laforet 2008)) ou pour la collaboration avec d'autres partenaires (Segarra-Blasco et Arauso-Carod,

---

<sup>4</sup> Voir par exemple : Chaffai (1989), Ben Ayed Mouelhi et Goaid (2001), Omri (2003).

<sup>5</sup> Évidemment, plusieurs autres contraintes et déterminants qui peuvent être assez pertinents ont été ignorés, faute de présence d'informations qui leurs sont relatives.

2008). Cependant, d'autres études précisent que la taille pourrait ne pas être déterminante puisque la probabilité de mettre en œuvre une activité innovatrice reste élevée pour des entreprises de taille faible dans des secteurs bien particulier (Graves et Langowitz, 1993). D'autant plus que la productivité de la R&D augmente moins proportionnellement avec la taille de l'entreprise (Acs et Audretsch, 1988).

**D<sub>2</sub>-** *La proportion du personnel à compétence dans l'entreprise (PER-QUA)*. Ce déterminant du processus d'innovation est d'une importance particulière, puisque Huiban et Bouhsina (1998) considèrent que la qualité du capital humain conditionne même le type (produit ou processus) et le degré (nouvelle ou incrémentale) de l'innovation dans l'entreprise. Dans ce sens, Nelson (2000) ajoute que l'importance numérique de personnes ayant poursuivi une formation universitaire est surtout nécessaire dans les entreprises industrielles de haute technologie, en revanche, elle est moins importante quand il s'agit de PME, puisque l'innovation dans ce type d'organisation est souvent le résultat d'un apprentissage de longue durée.

**D<sub>3</sub>-** *L'existence d'une activité de R&D dans l'entreprise (ACT-R&D)*. Plusieurs études de cas<sup>6</sup> ont confirmé le fait que l'existence d'une activité de R&D interne augmente la probabilité du succès des activités d'innovation. Raymond et St-Pierre (2010) considèrent que la R&D est le déterminant de l'innovation qui a le plus attiré l'attention des chercheurs, particulièrement dans le contexte des PME (De Jong et Versmeulen, 2007). Dans ce sens, Schmiedeberg (2008) estime que l'existence de cette activité interne de R&D conditionne même la réussite et la productivité de la coopération externe en matière de R&D du fait de la complémentarité des deux activités.

**D<sub>4</sub>-** *L'existence d'un budget de R&D (BUD-R&D)*. Les entreprises qui consacrent un budget spécifique à la R&D ont plus de probabilité d'innover (Delbecq et Mills, 1985). Selon Baldwin et Hanel (2003), l'investissement en R&D est l'un des principaux déterminants du niveau final de l'innovation qu'elle soit dans le produit ou dans le procédé. Des études comme celles menées par Qian et Li (2003), par Wolff et Pett (2006) ou par Raymond et St-Pierre (2010) ont confirmé le fait que l'investissement en R&D est un véritable indicateur de la capacité d'innovation des PME.

**D<sub>5</sub>-** *L'existence d'une structure de R&D dans l'entreprise (STR-R&D)*. D'après le manuel d'Oslo de l'OCDE, la capacité d'innovation de la firme est également fonction de la structure de ses installations. Posséder un département ou une unité de recherche est un atout qui favorise l'émergence d'une activité d'innovation structurée et formelle (Cohen et Levinthal, 1989). Il faut cependant noter que disposer d'un département ou d'un budget de R&D n'est pas une condition suffisante pour que la décision d'innovation soit prise, et si elle est prise, rien ne garantit qu'elle va réussir ou qu'elle soit relayée ou brevetée (Du et al, 2007).

**D<sub>6</sub>-** *L'intensité du travail en R&D (TRA-R&D)*. Du et al (2007) précisent que ce qui importe plus pour l'activité d'innovation ce n'est pas l'importance numérique de l'ensemble des qualifiés mais c'est plutôt l'intensité du travail consacré à la R&D. C'est-à-dire le temps de travail effectivement consacré par les personnes qualifiées directement ou indirectement rattachées à l'activité d'innovation dans l'entreprise. Hoffman et al (1998), Freel (2005) et Gray (2006), estiment que l'aptitude à innover d'une entreprise nécessite la disponibilité d'un stock adéquat de personnel de R&D et de techniciens qualifiés pour pouvoir absorber les nouvelles technologies, les modifier, les développer en vue de créer de nouvelles connaissances technologiques.

---

<sup>6</sup> Notamment, Buckley et Carter (1999) ; Love et Roper (2001) ; Beneito (2003).

### 2.1.2 Déterminants externes

Les déterminants externes du processus d'innovation dans l'entreprise sont en réalité complémentaires avec ceux internes (Schmiedeberg 2008). Le nombre de ces déterminants diffère d'une étude à l'autre. Pour notre étude, nous nous limitons aux trois déterminants suivants :

**D<sub>7</sub>** - *La pression de la concurrence étrangère (EXP-ORT)*. La nécessité de conquérir des marchés extérieurs impose aux entreprises non innovatrices de se convertir en unités innovatrices. Ainsi la probabilité pour une entreprise exportatrice de s'engager dans des activités d'innovation est supérieure à celle d'une entreprise qui n'exporte pas (Pamukcu et Cincera, 2001, p.149). Nassimbeni (2001) et Pla-Barber et Alegre (2007) trouvent sur données d'entreprises italiennes et françaises, qu'il y a une relation positive et significative entre l'aptitude d'innovation et la capacité d'exportation. Cassiman et al (2010) précisent sur données de PME espagnoles que cette réalité est beaucoup plus confirmée pour les unités qui innoveront dans les produits.

**D<sub>8</sub>** - *Coopération réalisée (COO-REA)*. Negassi (2004) tout comme Becker et Dietz (2004) et Zeng et al (2010) ont montré l'impact de la coopération sur la réduction des irréversibilités inhérentes aux processus d'innovation au niveau de l'entreprise. Ainsi, la capacité d'innovation dans l'entreprise est nécessairement le résultat d'une action collective soutenue, répétée et intensivement recherchée (Encaoua et al, 2004). Du fait, la probabilité de réalisation et de succès de l'innovation s'accroît avec le déploiement de l'activité d'innovation hors de l'enceinte de l'entreprise, en direction de relations externes diverses en matière de conception, d'expérimentation ou de consulting technologique (Santamaria et al, 2009).

**D<sub>9</sub>** - *Coopération avec le public (COO-PUB)*. Plusieurs études ont examiné l'importance du rôle que joue la coopération avec les universités et centres techniques et de recherche public sur le pouvoir d'innovation des PME (Segarra-Blasco et Arauso-Carod, 2008). Liefner et al (2006) ainsi que Kaminski et al (2008) ou Zeng et al (2010) ont confirmé, dans des pays en développement, que la coopération avec les institutions publiques de recherche est source d'externalités positives sur les activités d'innovation dans les PME. Herrera et al (2010), arrivent à la conclusion que lorsque la coopération avec le public se traduit par un transfert des chercheurs du système public vers le secteur privé, elle influence positivement l'effort d'innovation (input) et la performance d'innovation (output) de l'entreprise. Du point de vue input, l'association des chercheurs du secteur public relève la capacité d'absorption de l'entreprise et permet la rationalisation de l'investissement en R&D. Du point de vue output, cette présence augmente la probabilité du succès du processus d'innovation au sein de l'entreprise par le renforcement du cognitivisme et de l'esprit de créativité.

## 2.2 Contraintes à l'innovation

Dans la littérature, les contraintes ou barrières à l'innovation à l'échelle de l'entreprise sont multiples et complémentaires (Galia et Legros, 2004) et diffèrent selon le degré de développement de l'économie étudiée. D'après Hadjimanolis (1999 ; 2003), ces obstacles<sup>7</sup> peuvent être classés selon qu'ils soient internes (Manque de fonds propres, rigidités organisationnelles, coûts élevés de l'innovation...etc.) ou externes à l'entreprise (risques liés à l'activité d'innovation, difficultés d'obtention d'informations technologiques...etc.). La nature des données dont nous disposons, nous a poussé à ne retenir que les cinq obstacles suivants :

---

<sup>7</sup> L'auteur a défini 13 obstacles internes à l'entreprise et 25 obstacles externes.

### 2.2.1 Contraintes internes

**C<sub>1</sub>- L'insuffisance des moyens financiers (MOY-FIN).** Selon Munier (2002), cette contrainte influe sur la relation taille-innovation puisque contrairement aux grandes entreprises, les PME n'ont pas les capacités financières suffisantes pour pouvoir financer leurs activités d'innovation de manière autonome ni le pouvoir de marché qui leur facilite l'accès à des financements externes<sup>8</sup>. Levratto (1994) ainsi que Hoegl et al (2008) supposent que ces ressources sont nécessaires pour assurer des activités telles que l'expérimentation, la génération d'idée, la réalisation d'enquêtes, la collaboration avec les fournisseurs et les associés technologiques. Ainsi, à défaut d'abondance des ressources financières, les équipes de recherche ne peuvent pas se concentrer sur les défis de leurs projets d'innovation (Canepa et Stoneman, 2008).

**C<sub>2</sub>- Existence de rigidités organisationnelles (RIG-ORG).** Plusieurs formes de rigidités organisationnelles au sein de l'entreprise atténuent sa capacité à réaliser des innovations. Greenan (1996) ainsi que Wan et al (2005) insistent particulièrement sur le rôle des canaux de communication et le rôle de la structure décentralisée. En effet, une mauvaise communication à l'intérieur de l'entreprise est un facteur qui influence négativement l'innovation parce qu'elle ne favorise pas la création d'un environnement favorable à la production et à la propagation de nouvelles idées dans l'entreprise. Par ailleurs, une plus grande décentralisation de la prise de décision s'avère être une importante source d'innovation. Dans ce sens, Subramanian et Nilakanta (1996) montrent que la structure organisationnelle décentralisée et informelle facilite la créativité surtout dans les PME où il existe généralement de faibles niveaux hiérarchiques, une bonne communication latérale et une faible concentration du pouvoir de décision.

**C<sub>3</sub>- Coût de l'innovation trop élevé (COU-INN).** Cette contrainte est intimement liée à la contrainte financière dans la mesure où les entreprises dépourvues de moyens financiers suffisants se trouvent rapidement convaincues que les projets innovateurs de qualité sont très coûteux (Mohnen et al, 2008). La sous-capitalisation, la difficulté d'utiliser des immobilisations incorporelles comme des nantissements participent à l'augmentation des coûts du capital externe à cause de la prime de risque qui peut être exigée par les apporteurs du capital-risque en cas de financement de l'innovation (Gomes et al, 2006).

### 2.2.2 Contraintes externes

**C<sub>4</sub>- Risque de l'activité d'innovation (RIS-QUE).** Selon Bonte et Keilbach (2005), le risque de l'innovation est lié au coût de l'activité mais aussi à l'incertitude qui caractérise son résultat. D'autre part, Mohnen et al (2008) affirment que l'investissement dans des projets d'innovation est par nature plus risqué que l'investissement physique, c'est d'ailleurs pourquoi certains projets d'innovation ne démarrent jamais ou qu'ils soient prématurément arrêtés ou simplement abandonnés en cours de route, particulièrement dans le cas des PME.

**C<sub>5</sub>- Manque d'informations technologiques (MAN-INF).** L'information technologique peut influencer la décision d'innovation de l'entreprise dans le sens que sa disponibilité lui facilite l'adoption des nouveaux changements organisationnels pour la résolution des problèmes rencontrés (Bruque et Moyano, 2007). Amara et Landry (2005), ajoutent que l'entreprise qui a le plus accès à une large variété d'informations technologiques externe serait dans une position confortable pour identifier et développer des opportunités d'innovation qui ne sont pas encore saisies par ses concurrents directs.

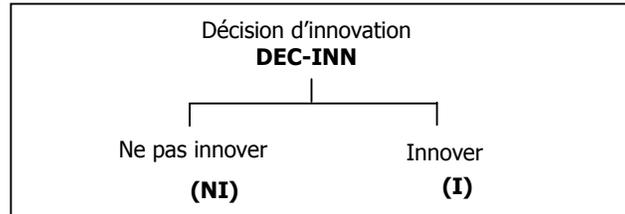
---

<sup>8</sup> Cependant, Hoegl et al (2008) estiment que les contraintes financières ne sont pas toujours inhibitoires et que parfois elles peuvent constituer un stimulus à l'innovation lorsqu'elles poussent les entreprises à développer des performances à l'échelle organisationnelle.

### 3. Modélisation de la décision d'innovation

#### 3.1 L'innovation comme variable à expliquer

Selon la définition de l'OCDE (2006), l'innovation correspond à l'activité de transformation des connaissances disponibles en produits et procédés nouveaux ou améliorés. En partant de cette définition, nous supposons que la variable à expliquer, utilisée pour refléter la décision d'innovation au niveau de l'entreprise "DEC-INN" est une variable qualitative bimodale: innover (I) ou ne pas innover (NI), telle qu'illustrée par la figure ci-dessous :



#### 3.2 Spécification du modèle économétrique

La traduction mathématique de la décision d'innovation explicitée par la figure précédente nécessite le recours à une spécification dichotomique. En supposant, d'une part, que la fonction de répartition de la probabilité d'apparition de l'évènement innover suit une loi logistique, et d'autre part, que les variables explicatives varient uniquement en fonction des individus et que leurs influences sur la variable endogène diffèrent selon les modalités, nous faisons recours à un modèle Logit binomial<sup>9</sup>.

Ainsi, la probabilité de réalisation de l'évènement innovation par l'entreprise  $i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) conditionnellement aux  $m$  ( $k = 1, \dots, m$ ) variables explicatives peut s'écrire:

$$p_i = Prob(y_i = 1 | x_i) = F(x_i \beta') \quad (1)$$

Où  $y_i$  est la variable endogène dichotomique DEC-INN, codée, qui prend 1 ( $y_i = 1$ ) si l'entreprise est innovatrice et prend 0 ( $y_i = 0$ ) si elle ne l'est pas,  $\forall i$ . Le vecteur  $x_i = (x_i^1, \dots, x_i^m)$  représente les  $m$  variables explicatives. Le vecteur  $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_m)$  désigne les  $m$  coefficients associés aux variables explicatives. La fonction  $F(.)$  correspond à la fonction de répartition logistique qui s'écrit :

$$F(w) = \frac{e^w}{1 + e^w} = \frac{1}{1 + e^{-w}} \quad \forall w \in \mathbb{R}$$

Finalement, la probabilité associée à la réalisation de l'évènement innovation ( $y_i = 1$ ) peut être définie comme la valeur de la fonction de répartition de la loi logistique considérée au point  $x_i \beta'$  :

$$p_i = F(x_i \beta') = \frac{1}{1 + e^{-x_i \beta'}} \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (2)$$

<sup>9</sup> Voir, entre autre, Thomas (2000), pour de plus amples détails sur les propriétés mathématiques et sur les techniques d'inférence relatives à ce type de modèle.

## **4. Base des données et analyse descriptive des statistiques**

### **4.1 Source des données**

Les données utilisées dans cet article sont issues de l'enquête conduite par l'Observatoire National de la Technologie<sup>10</sup> en 2005<sup>11</sup>. L'enquête a ciblé 739 entreprises à participation publique et privées potentiellement innovatrices, mais le taux de réponse n'était que de 79%, soit 586 entreprises réparties sur 13 branches d'activité dont 221 entreprises totalement exportatrices. Le questionnaire formulé en six parties rédigées en dix pages et établi conformément aux normes fixées dans les manuels de l'OCDE (Frascati et Oslo), présente outre les informations générales sur l'entreprise, des informations quantitatives et qualitatives en matière de R&D, d'innovation et d'incitations publiques à l'innovation.

### **4.2 Définition des variables**

#### *4.2.1 La variable à expliquer*

Le questionnaire de l'enquête renferme, dans sa quatrième partie, les deux questions suivantes permettant de définir la nature de la décision d'innovation prise par l'entreprise :

1. Entre début 2002 et fin 2004, votre entreprise a-t-elle mis au point des procédés nouveaux ou significativement modifiés comprenant des méthodes de fourniture de services ou des moyens de livrer des produits ?
2. Entre début 2002 et fin 2004, votre entreprise a-t-elle introduit sur le marché des produits (biens ou services) nouveaux ou significativement modifiés ?

Ainsi, nous supposons que toute entreprise qui répond par l'affirmative à l'une de ces deux questions est une entreprise qui a pris la décision d'innover. Si la réponse est négative pour les deux questions, on conclut qu'elle a décidé de ne pas innover.

#### *4.2.2 Les variables explicatives*

Les variables explicatives retenues dans ce travail sont celles définies précédemment au niveau de la section 2. Le tableau 1 renferme une description de chacune des quatorze variables et leurs mesures.

### **4.3 Analyse descriptive des données statistiques**

Les données relatives à l'échantillon d'entreprises présentent quelques imperfections liées au manque d'informations. En effet, 48 entreprises interrogées n'ont pas fourni leur chiffre d'affaires et 20 entreprises n'ont pas fourni la composition par catégorie de leurs effectifs, des informations nécessaires pour la construction des variables explicatives TAI-LLE et PER-QUA. L'échantillon renferme aussi 46 entreprises à participation publique dont 35 entreprises sont à capital 100% étatique. Pour que les résultats de l'étude soient plus probants, nous avons choisi d'exclure toutes les entreprises à participation publique de notre champs d'étude pour la simple raison que ces individus sont des institutions de recherche, des sociétés ou des offices nationaux oligopolistiques à forte valeur ajoutée et par nature aux potentiels d'innovation incomparables aux PME tunisiennes<sup>12</sup>.

L'exclusion de ces sociétés publiques et parapubliques réduit l'échantillon de base à 540 (586 – 46) entreprises privées dont 221 entreprises sont totalement exportatrices. Le nombre final

---

<sup>10</sup> Organe, qui au moment de l'enquête, était sous tutelle de l'ancien Ministère de la Recherche Scientifique, de la Technologie et du Développement des Compétence (MRSTDC).

<sup>11</sup> Cette enquête a bénéficié de l'autorisation du Ministère du Développement et de la Coopération Internationale, visa n° 7/2005 du mois de juin 2005.

<sup>12</sup> Comme l'Office National des Postes, Tunisie-Telecom, Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz, l'Office National de l'Assainissement, la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution d'Eau, le Centre National d'Informatique, la Technopole d'El Ghazala...etc.

d'entreprises retenu dans les estimations va dépendre, ensuite, de la prise en compte conjointe ou non des variables explicatives TAI-LLE et PER-QUA<sup>13</sup>.

Les statistiques descriptives relatives à la variable à expliquer DEC-INN et aux différentes variables explicatives qualitatives (binaires) et quantitatives (en nominal ou en pourcentage) est résumée dans le tableau 2.

Sans précision de la nature de l'innovation, les statistiques montrent que seulement 182 parmi les 540 entreprises enquêtées déclarent avoir réalisé d'innovation pendant la période 2002-2004. En termes de moyennes de l'échantillon, le chiffre d'affaires annuel est de l'ordre de 12,8 mille dinars, soit près de 9 mille dollars. En même temps, 20% du personnel (technique et administratif) employé dans les entreprises de l'échantillon est qualifié (techniciens et cadres supérieurs) et près de 50% des entreprises sont exportatrices. L'importance du personnel travaillant en R&D au niveau de ces 540 entreprises privées représente en moyenne 1,6 % du personnel total qualifié.

## **5. Résultats économétriques**

L'étude économétrique envisagée dans cette section sera conduite en deux étapes. Nous estimons d'abord un modèle Logit binomial que nous qualifions de "général" dans lequel nous introduisons de manière simultanée toutes les variables explicatives prédéfinies puis nous estimons un second modèle que nous qualifions de "ajusté" qui ne retient que les variables explicatives pertinentes sélectionnées à la suite d'un test d'ajustement.

### **5.1 Résultats de l'estimation du modèle "général"**

Les résultats de l'estimation de ce modèle « général » à l'aide du logiciel STATA<sup>®</sup>10.0, sont inscrits dans le tableau 3. Notons simplement qu'afin de réduire la dispersion de la variable TAI-LLE, celle-ci a été introduite en logarithme.

L'examen de ces premiers résultats économétriques montre que la plupart des coefficients estimés (10/14) sont non significatifs, d'autant plus que certains d'entre eux présentent déjà des signes aberrants<sup>14</sup>. Le résultat le plus éloquent est qu'aucune des cinq contraintes à l'innovation n'a d'influence significative sur la décision d'innovation au niveau des entreprises privées en Tunisie. Ces résultats laissent supposer qu'il y a eu une mauvaise spécification du modèle estimé, essentiellement en raison du grand nombre des variables explicatives introduites (14 variables).

### **5.2 Test de sélection des variables explicatives les plus pertinentes**

La sélection des variables les plus pertinentes, c'est-à-dire, celles qui sont les plus corrélées à la variable dépendante, peut se faire en pratiquant un test d'ajustement basé sur la méthode de la sélection progressive (*forward selection*)<sup>15</sup>. Cette technique consiste à introduire les variables explicatives une par une dans le modèle et exclure à chaque fois la variable qui s'avère non pertinente. La décision de retenir ou d'exclure la variable introduite repose, dans ce cas, sur le test du ratio de vraisemblance basé sur la statistique LR (*Likelihood Ratio*), définie comme suit :

---

<sup>13</sup> D'ailleurs le fait d'exclure les 46 entreprises à participation publique on exclu automatiquement 8 des entreprises n'ayant pas fourni d'informations sur leurs chiffres d'affaires et 3 des entreprises n'ayant pas fourni d'informations sur la distribution de leurs effectifs par catégorie. Il est à noter que ces deux d'informations sont simultanément absentes pour 7 entreprises. Ainsi, l'introduction de ces deux variables ensemble réduit l'échantillon à 489 entreprises.

<sup>14</sup> Des coefficients négatifs associés à certaines variables déterminantes de la décision d'innovation (PER-QUA, BUD-R&D et EXP-ORT) et des coefficients positifs associés aux contraintes (RIS-QUE, COU-INN et RIS-QUE).

<sup>15</sup> Des simulations récentes basées sur cette technique sont détaillées dans Blanchet et al (2008).

$$LR = 2 \log \left( \frac{L(\hat{\beta}_{MV})}{L(\hat{\beta}_{MV}^*)} \right) \xrightarrow{\text{Suit une loi de}} \chi^2(1) \quad (3)$$

Où  $L(\hat{\beta}_{MV})$  et  $L(\hat{\beta}_{MV}^*)$  représentent respectivement les valeurs du maximum de vraisemblance après (modèle non contraint) et avant introduction de la variable explicative additionnelle (modèle contraint). Puisque les variables explicatives seront introduites une par une, alors cette statistique est distribuée selon une loi de  $\chi^2$  à 1 degré de liberté. Ainsi, en commençant par introduire la variable TAI-LLE comme première variable explicative, le test de sélection a révélé l'existence de seulement quatre variables explicatives pertinentes : TAI-LLE, ACT-R&D, COO-REA et COO-PUB, donnant lieu au modèle ajusté.

### 5.3 Résultats de l'estimation du modèle "ajusté"

Les coefficients réestimés du modèle ajusté, avec le même logiciel, sont affichés dans la deuxième colonne du tableau 4.

Ces résultats confirment les conclusions faites par un grand nombre d'études empiriques du même genre, notamment en Turquie (Pamukcu et Cincera 2001) et en Argentine (Chudnovsky et al 2006). En effet, ces coefficients positifs impliquent que la probabilité d'innover des entreprises tunisiennes augmente en fonction de la taille de l'entreprise mais aussi en fonction de l'existence d'une activité interne de R&D ou d'une pratique volontaire de l'innovation. De même, les coefficients associés aux deux déterminants externes de l'innovation (COO-REA et COO-PUB) affichent des signes positifs. Ceci signifie que les entreprises privées tunisiennes ayant acquises une quelconque tradition de l'innovation ou réalisé des innovations substantielles se sont avant tout celles qui ont entretenues des relations de coopération en matière de consulting technologique ou en matière de recherche et d'innovation avec des partenaires privés ou publics. L'assistance extérieure semble représenter, aux yeux des entreprises étudiées, une impérative pour se lancer dans l'innovation.

En revanche, l'existence d'une structure de recherche ou d'un budget de R&D dans l'entreprise ne constitue pas une condition suffisante pour que l'entreprise tunisienne se lance dans une activité d'innovation ou parvienne à innover. Cela corrobore avec le fait que les entreprises tunisiennes innovatrices sont généralement des entités qui s'engagent dans une activité de R&D qui n'est pas nécessairement structurée ou conduite de manière continue et nécessitant un budget spécifique, des moyens financiers et un travail exceptionnels préalablement définis. D'après Tlili (2009), l'innovation paraît être conçue comme étant une activité informelle bâtie sur l'effort talentueux du personnel employé plutôt que sur des intentions volontaires de changement technologique.

Précisons simplement que dans ce cas de choix discrets, les coefficients estimés du tableau 4 n'offrent qu'une seule information utilisable, à savoir le signe de chaque coefficient, en conséquence ils n'autorisent qu'un seul type d'interprétation. Ce signe indique seulement le sens de l'influence (à la hausse ou à la baisse) de la variable explicative associée sur la probabilité de la décision d'innovation. Pour mesurer l'ampleur de la variation d'une variable explicative quelconque sur la probabilité de la décision d'innovation, il convient de calculer l'effet marginal relatif à chaque variable.

### 5.4 Calculs des effets marginaux

L'effet marginal traduit la sensibilité de la probabilité de l'évènement innover ou ne pas innover par rapport à la variation de la variable explicative concernée. Ainsi l'effet marginal associé à la  $k^{\text{ème}}$  variable explicative  $x_i^{[k]}$  est défini par :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\partial p_i}{\partial x_i^{[k]}} = \frac{e^{\beta x_i}}{(1 + e^{\beta x_i})^2} \beta_k \quad (4)$$

Le signe de cette dérivée est donc identique à celui de  $\beta_k$ . Les effets marginaux relatifs aux différentes variables explicatives calculés pour le modèle ajusté sont présentés au niveau de la quatrième colonne du tableau 4.

Il est à noter que ces effets marginaux conservent les mêmes signes et le même degré de significativité que les coefficients estimés. Ils permettent de conclure que parmi les variables explicatives pertinentes, l'activité de recherche menée dans l'entreprise est la variable ayant le plus d'influence positive sur la probabilité que l'entreprise tunisienne prenne la décision d'innover. Vient en seconde position la coopération avec le secteur public avec un effet marginal de l'ordre de 19,38%. La variable TAI-LLE présente l'influence la plus marginale, un résultat qui peut être attribué au fait que la grande majorité des entreprises de l'échantillon sont des PME dont le chiffre d'affaires est inférieur à 40 MD. Le fait que l'ACT-R&D ait le poids le plus élevé laisse croire que pour l'entreprise tunisienne, l'innovation n'est pas une fin en soi, dans le sens que celle-ci ne s'engage dans un processus d'innovation qu'en cas où elle ressent le besoin de résoudre un problème technologique ou de conquérir de nouveaux marchés. En pareilles situations, la décision d'innovation devienne une impérative et l'entreprise s'oriente rapidement vers l'assistance extérieure. C'est ainsi que nous constatons l'ampleur de l'effet des deux variables COO-REA et COO-PUB.

Par ailleurs, être une entreprise exportatrice n'est pas un vrai mobile pour l'innovation puisque la plupart des entreprises exportatrices sont des entreprises relais ou de sous-traitance exécutives d'ordre n'ayant pas l'autonomie de décision en matière d'innovation. De plus, aucune des contraintes définies dans cet article ne semble représenter une importance particulière. Ce résultat coïncide avec les propos de Mohnen et al (2008) selon lesquels seules les grandes entreprises à fort potentiel d'innovation ressentent le poids des obstacles à l'innovation et tâchent à les surmonter. Pour les PME en Tunisie se ne sont pas donc les barrières financières, organisationnelles ou informationnelles qui pèsent sur leur décision d'innovation mais se sont plutôt des obstacles structurels plus complexes. Nous pensons surtout à l'étroitesse du marché tunisien et à la nature de la demande intérieure qui demeure soumise au complexe de la qualité inégale du produit étranger. Ces deux difficultés incontrôlables limitent sensiblement les horizons des entrepreneurs tunisiens qui pour eux l'innovation n'est pas le véritable garant d'une réussite économique.

## 6. Conclusion

Cet article s'est intéressé à l'analyse des déterminants et contraintes internes et externes influençant la décision d'innovation d'un échantillon d'entreprises privées tunisiennes sur la période 2002-2004. Le recours à l'économétrie des variables qualitatives binaires a permis de révéler des réalités chargées de sens. En premier lieu, la décision d'innovation dans l'entreprise privée tunisienne dépend essentiellement de deux déterminants internes qui sont la taille et l'existence d'une activité interne de R&D avec une importance plus confirmée pour ce dernier, et de deux déterminants externes qui sont la coopération avec le secteur public et la coopération réalisée avec le secteur privé. En deuxième lieu, aucune des cinq contraintes définies n'a d'influence significative sur la décision d'innovation. Finalement, l'innovation dans l'entreprise tunisienne privée ne semble pas dépendre des déterminants et contraintes conventionnels soulignés dans les pays développés puisqu'elle reste beaucoup plus axée sur la maîtrise et l'imitation des technologies étrangères avec souvent des améliorations incrémentales des connaissances existantes pour une meilleure adaptation aux besoins spécifiques à chaque entreprise.

## Sources bibliographiques

- ACS Z.J. et AUDRETSCH D.B. 1988, « Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis », *The American Economic Review*, Vol.78, n° 4, p. 678-690.
- AMARA N. et LANDRY R. 2005, « Sources of Information as Determinants of Novelty of Innovation in Manufacturing Firms: Evidence from the 1999 Statistics Canada Innovation Survey », *Technovation*, Vol.25, n° 3, p. 245-259.
- BALDWIN J.R et HANEL P. 2003, *Innovation and Knowledge Creation in an Open Economy: Canadian Industry and International Implications*, Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- BECKER W. et DIETZ J. 2004, « R&D Cooperation and Innovation Activities of Firms Evidence for the German Manufacturing Industry », *Research Policy*, Vol. 33, n° 3, p. 209-223.
- BLANCHET F.G, LEGENDRE P. et BORCARD D. 2008, « Forward Selection of Explanatory Variables », *Ecology*, Vol. 89, n° 9, p. 2623-2632.
- BRUQUE S. et MOYANO J. 2007, « Organisational Determinants of Information Technology Adoption and Implementation in SMEs : the case of Family and Cooperative Firms », *Technovation*, Vol. 27, n° 5, p. 241-253.
- BUCKLEY P.J et CARTER M.J. 1999, « Managing Cross Border Complementary Knowledge », *International Studies of Management and Change*, Vol.29, n° 1, p. 80-104.
- CANEPA A. et STONEMAN P. 2008, « Financial Constraint to Innovation in the UK: Evidence from CIS2 and CIS3 », *Oxford Economic Papers*, New Series, Vol. 60, n° 4, p. 711-730.
- CASSIMAN B., GOLOVKO E. et MARTINEZ-ROS E. 2010, « Innovation, Export and Productivity », *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 28, n° 4, p. 372-376.
- CHUDNOVSKY D., LOPEZ A. et PUPATO G. 2006, « Innovation and Productivity in Developing Countries: A Study of Argentine Manufacturing Firms' Behavior 1992-2001 », *Research Policy*, Vol. 35, n° 2, p. 266-288.
- CORONADO D., ACOSTA M. et FERNANDEZ A. 2008, « Attitudes to Innovation in Peripheral Economic Regions », *Research Policy*, Vol. 37, n° 6-7, p. 1009-1021.
- DELBECQ A.L. et MILLS P.K. 1985, « Managerial practices that Enhance Innovation », *Organizational Dynamics*, Vol. 14, p. 24-34.
- COHEN W.M. et LEVINTHAL D.A. 1989, « Innovation and Learning: The Two Faces of R&D », *The Economic Journal*, Vol. 99, n°397, p. 569-596.
- DU J., LOVE J.H et ROPER S. 2007, « The Innovation Decision: An Economic Analysis », *Technovation*, n° 27, p. 766-773.

- ENCAOUA D., FORAY D., HATCHUEL A. et MAIRESSE J. 2004, « Les enjeux économiques de l'innovation. Bilan du programme CNRS », *Revue d'Economie Politique*, Vol. 114, n° 2, p. 133-168.
- FREEL M.S. 2005, « Patterns of Innovation and Skills in Small Firms », *Technovation*, n° 25, p. 123-134.
- FRENZA M. et IETTO-GILLIES G. 2009, « The Impact on Innovation Performance of Different Sources of Knowledge: Evidence from the UK Community Innovation Survey », *Research Policy*, Vol. 38, n° 7, p. 1125-1135.
- GALENDE J. et DE LA FUENTE J. 2003, « Internal Factors Determining a Firm's Innovative Behaviour », *Research Policy*, Vol. 32, n° 5, p. 715-736.
- GALIA F. et LEGROS D. 2004, « Complementarities between Obstacles to Innovation: Evidence from France », *Research Policy*, Vol. 33, n° 8, p. 1185-1199.
- GOMES J.F, YARON A., et ZHANG L. 2006, « Asset Pricing Implications of Firms Financing Constraints », *Review of Financial Studies*, Vol.19, n° 4, p. 1321-1356.
- GRAVES S.B et LANGOWITZ N.S. 1993, « Innovative Productivity and Returns to Scale in Pharmaceutical Industry », *Strategic Management Journal*, Vol. 14, n° 8, p. 593-605.
- GRAY C. 2006, « Absorptive Capacity, Knowledge Management and Innovation in Entrepreneurial Small Firms », *International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research*, Vol. 12, n°6, p. 345-360.
- GREENAN N. 1996, « Innovation technologique, changements organisationnels et évolution des compétences », *Économie et statistique*, n° 298, p. 15-44.
- HADJIMANOLIS A. 1999, « Barriers to Innovation for SME's in a Small Less Developed Country Cyprus) », *Technovation*, Vol. 19, n° 9, p. 561-570.
- HADJIMANOLIS A. 2003, « The Barriers Approach to Innovation », *The International Handbook on Innovation*, p. 559-573.
- HERRERA L., MUNOZ-DOYAGUE M.F et NIETO M. 2010, « Mobility of Public Researchers, Scientific Knowledge Transfer, and the Firm's Innovation Process », *Journal of Business Research*, Vol. 63, n° 5, p. 510-518.
- HOEGL M., GIBBERT M. et MAZURSKY D. 2008, « Financial Constraint in Innovation Projects: When is Less More? », *Research Policy*, Vol. 37, n° 8, p. 1382-1391.
- HOFFMAN K., PAREJO M., BESSANT J. et PERREN L. 1998, « Small Firms, R&D, Technology and Innovation in the UK: a Literature Review », *Technovation*, Vol. 18, n° 1, p. 39-55.
- HUIBAN J. et BOUHSINA Z. 1998, « Innovation and the Quality of Labor Factor », *Small Business Economics*, n° 10, p. 389-400.
- LAFORET S. 2008, « Size, Strategic, and Market Orientation Affects on Innovation », *Journal of Business Research*, Vol. 61, n° 3, p. 753-764.

- LEVRATTO N. 1994, « Le financement de l'innovation dans les PMI », *Revue d'Économie Industrielle*, Vol.67, n° 1, p. 191-210.
- LIEFNER I., HENNEMANN S. et XIN L. 2006, « Cooperation in the Innovation Process in Developing Countries: Empirical Evidence from Zhongguancun, Beijing », *Environment and Planning*, Vol. A 38, n° 1, p. 111-130.
- LOVE J.H et ROPER S. 2001, « Location and Network Effects on Innovation Success: Evidence for UK, German and Irish Manufacturing Plants », *Research Policy*, Vol. 30, n° 4, p. 643-661.
- MOHNEN P., PALM F.C., SCHIM VAN DER LOEFF S. et TIWARI A. 2008, « Financial Constraints and Other Obstacles: Are they a Threat to Innovation Activity? », UNU-MERIT, *Working Paper Series*, n° 2008-006.
- MUNIER F. 2002, « Analyse empirique de la conjecture schumpéterienne: l'apport du concept de compétence pour innover », *Innovations, Cahiers d'économie de l'innovation*, Vol. 16, n° 2, p. 101-123.
- NASSIMBENI G. 2001, « Technology, Innovation Capacity, and the export Attitude of Small Manufacturing Firms: a Logit/Tobit Model », *Research Policy*, Vol. 30, n° 2, p. 245-262.
- NEGASSI S. 2004, « R&D Cooperation and Innovation a Microeconomic Study on French Firms », *Research Policy*, Vol. 33, n° 3, p. 365-384.
- NELSON R. 2000, « National Innovation Systems », dans : Acs, Z. Ed.), *Regional Innovation, Knowledge and Global Change*, Pinter, London, p. 11-26.
- PAMUKÇU T. et CINCERA M. 2001, « Analyse des Déterminants de l'Innovation Technologique dans un Nouveau Pays Industrialisé: une Étude Économétrique sur Données d'Entreprises », *Économie et Prévision*, 2001/4-5, n° 150, p. 139-158.
- PLA-BARBER J. et ALEGRE J. 2007, « Analysing the Link between Export Intensity, Innovation and Firm Size in a Science-based Industry », *International Business Review*, Vol. 16, n° 3, p. 275-293.
- QIAN G., LI L. 2003, « Profitability of Small and Medium-Sized Entreprises in High-tech Industries: The Case of the Biotechnology Industry », *Strategic Management Journal*, Vol. 24, n° 9, p. 881-887.
- RAYMOND L. et ST-PIERRE J. 2010, « R&D as a Determinant of Innovation in Manufacturing SMEs. An Attempt at Empirical Clarification », *Technovation*, Vol. 30, n° 3, p. 48-56.
- ROMIJN H. et ALBALADEJO M. 2002, « Determinants of Innovation Capability in Small Electronics and Software Firms in Southeast England », *Research Policy*, n° 31, p. 1053-1067.
- SANTAMARIA L., NIETO M.J. et BARGE-GIL A. 2009, « Beyond Formal R&D: Taking Advantage of other Sources of Innovation in Low-and-Medium-Technology Industries », *Research Policy*, Vol. 38, n° 3, p. 507-517.

- SCHMIEDEBERG C. 2008, « Complementarities of Innovation Activities: An Empirical Analysis of the German Manufacturing Sector », *Research Policy*, Vol. 37, n° 9, p. 1492-1503.
- SEGARRA-BLASCO A. et ARAUSO-CAROD J-M. 2008, « Sources of Innovation and Industry-University Interaction: Evidence from Spanish Firms», *Research Policy*, Vol. 37, n° 8, p. 1283-1295.
- SUBRAMANIAN A. et NILAKANTA S. 1996, « Organisational Innovativeness: Exploring the Relationship between Organisational Determinants of Innovation, Types of innovations, and Measures of Organisational Performance », *Omega International Journal of Management Science*, Vol. 24, n° 6, p. 647-631.
- THOMAS A. 2000., *Econométrie des variables qualitatives*, DUNOD, Paris, 179 pages.
- TLILI A. 2009. « Genèse, Caractéristiques et Évolution du Système National d'Innovation en Tunisie », *Économies et Sociétés*, Série W, n° 11, 6/2009, p.1031-1048.
- VEGA-JURADO J., GUTIERREZ-GARCIA A., FERNANDEZ-DE-LUCIO I. et MANJARRES-HENRIQUEZ L. 2008, « The Effect of External and Internal Factors on Firms' Product Innovation », *Research Policy*, Vol. 37, n° 4, p. 616-632.
- WAN D., ONG C.H. et LEE F. 2005, « Determinants of Firm Innovation in Singapore », *Technovation*, n° 25, p. 261-268.
- WOLFF J.A. et PETT T.L. 2006, « Small-Firm Performance: Modeling the Role of Product and Process Improvements », *Journal of Small Business Strategy*, Vol. 15, n° 2, p. 33-44.
- ZENG S.X., XIE X.M. et TAM C.M. 2010, « Relationship between Cooperation Networks and Innovation Performance of SMEs», *Technovation*, Vol. 30, n° 3, p. 181-194.

**Tableau 1 : Définitions des variables explicatives**

	N°	Variable explicative	Influence sur la variable endogène	Mesure
<b>Déterminants de la décision d'innovation</b>	1	<b>TAI-LLE</b>	Plus la taille de l'entreprise est grande plus sa capacité d'innovation est grande.	Valeur nominale
	2	<b>PER-QUA</b>	Plus l'entreprise est dotée de personnel à compétence plus elle a des aptitudes à innover.	En pourcentage
	3	<b>ACT-R&amp;D</b>	L'entreprise qui effectue plus d'activités de R&D a plus de probabilité de parvenir à une innovation.	Variable binaire : Oui (1) Non (0).
	4	<b>BUD-R&amp;D</b>	L'entreprise qui consacre un budget spécifique à la R&D a plus de probabilité d'innover.	Variable binaire : Oui (1) Non (0).
	5	<b>STR-R&amp;D</b>	L'existence d'une cellule ou d'un département de R&D augmente la probabilité de réalisation d'innovations.	Variable binaire : Oui (1) Autre (0).
	6	<b>TRA-R&amp;D</b>	Plus les compétences disponibles sont employées dans des activités de R&D plus la probabilité d'innover augmente.	En pourcentage
	7	<b>EXP-ORT</b>	Plus l'entreprise est exportatrice plus elle s'engage dans l'innovation.	En pourcentage
	8	<b>COO-REA</b>	L'entreprise qui a recouru à un organisme tiers pour consultation technologique a plus de probabilité d'innover.	Variable binaire : Oui (1) Non (0).
	9	<b>COO-PUB</b>	L'entreprise qui s'engage dans la coopération avec des institutions et des programmes publics a plus de probabilité d'innover.	Variable binaire : Oui (1) Non (0).
<b>Contraintes à l'innovation</b>	1	<b>MOY-FIN</b>	L'entreprise à faibles capacités de financement trouve plus de difficultés à innover.	Variable binaire : Contrainte Forte (1), Autre (0).
	2	<b>RIG-ORG</b>	Les rigidités organisationnelles au sein de l'entreprise handicapent ses premiers pas vers la pratique de l'innovation.	Variable binaire : Contrainte Forte (1), Autre (0).
	3	<b>COU-INN</b>	Des coûts élevés de l'innovation découragent l'engagement dans une telle activité.	Variable binaire : Contrainte Forte (1), Autre (0).
	4	<b>RIS-QUE</b>	Les risques naturellement liés au processus d'innovation atténuent la motivation pour innover.	Variable binaire : Contrainte Forte (1), Autre (0).
	5	<b>MAN-INF</b>	Le manque d'informations technologiques ne favorise pas l'innovation.	Variable binaire : Contrainte Forte (1), Autre (0).

**Tableau 2 : Statistiques descriptives des variables**

	Nombre d'observations	Variables qualitatives binaires			
		Obs = 1	Obs = 0		
DEC-INN	540	358	182		
ACT-R&D	540	218	322		
BUD-R&D	540	74	466		
STR-R&D	540	85	455		
COO-REA	540	219	321		
COO-PUB	540	140	400		
MOY-FIN	540	150	390		
RIG-ORG	540	42	498		
COU-INN	540	245	295		
RIS-QUE	540	144	396		
MAN-INF	540	72	468		
		Variables quantitatives			
		Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum
TAI-LLE	500	1,28 e+07	4,32 e+07	4250	8,62 e+08
PER-QUA	523	20,356	20,183	0	100,00
TRA-R&D	540	1,614	3,531	0	31,58
EXP-ORT	540	49,766	45,171	0	100,00

**Tableau 3: Résultats de l'estimation du modèle Logit binomial "général"**

		Variable endogène binomiale : DEC-INN		
Variable explicative		Coefficient	Écart-type	
<b>Déterminants</b>	TAI-LLE	0,2538		0,0870***
	PER-QUA		-0,0076	0,0063
	ACT-R&D	1,7418		0,3769***
	BUD-R&D		-0,5117	0,5509
	STR-R&D	0,2181		0,5179
	TRA-R&D	0,0438		0,0390
	EXP-ORT		-0,0022	0,0027
	COO-REA	0,9638		0,2780***
	COO-PUB	0,8905		0,3190***
<b>Contraintes</b>	MOY-FIN		-0,0068	0,2828
	RIG-ORG	0,1321		0,4163
	COU-INN	0,1339		0,2603
	RIS-QUE	0,4116		0,2711
	MAN-INF		-0,4189	0,3584
	Constante		-3,9431	1,3700***

Nombre d'observations = 489  
Maximum de vraisemblance = -234,4516  
Pseudo R<sup>2</sup> = 0,2343

Niveau de signification : \*\*\*p<0,01 ; \*\*p<0,05.

**Tableau 4: Résultats de l'estimation du modèle Logit binomial "Ajusté"**

Variable endogène binomiale: DEC-INN				
Variable explicative	Coefficient	Écart-type	Effet marginal : dy/dx	Écart-type
TAI-LLE	0,2057	0,0758***	0,0385	0,0141***
ACT-R&D <sup>#</sup>	1,6702	0,2896***	0,2854	0,0415***
COO-REA <sup>#</sup>	1,0940	0,2702***	0,1938	0,0441***
COO-PUB <sup>#</sup>	0,7685	0,3059**	0,1307	0,0463***
Constante	-3,3520	1,1279***		

Nombre d'observations = 500  
Maximum de vraisemblance = -245,8335  
Pseudo R<sup>2</sup> = 0,2194

(<sup>#</sup>) dy/dx concerne le changement de la variable dichotomique de 0 à 1.

Niveau de signification : \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05.