



République Tunisienne
Ministère du Développement de l'Investissement et de la
Coopération Internationale
**Institut Tunisien de La Compétitivité et des
Etudes Quantitatives**

Etudes de l'ITCEQ

N°1- 2017

**Transition vers une économie de la
connaissance basée sur les TIC : Penser
le changement ou changer le pansement?**

*Une analyse de l'impact du Programme de Mise à
Niveau sur la diffusion des TIC dans les
entreprises tunisiennes*

Site web: www.itceq.tn

Facebook: www.facebook.com/Institut.Tunisien.Competitivite

E-mail : contact@itceq.tn

Adresse : 27, rue du Liban – Tunis-Belvédère 1002, Tunisie

Tél: (+216) 71 802 044 - Fax: (+216) 71 787 03

Transition vers une économie de la connaissance basée sur les TIC : Penser le changement ou changer le pansement?

*Une analyse de l'impact du Programme de Mise à Niveau sur la diffusion des
TIC dans les entreprises tunisiennes*

Adel BEN KHALIFA
adel.ben-khalifa@itceq.tn

Direction Centrale de la Synthèse et de la Modélisation

La présente étude est la propriété de l'Institut Tunisien de la Compétitivité et des Études Quantitatives (ITCEQ). Toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, de la présente publication, faite sans l'autorisation écrite de l'ITCEQ est considérée comme illicite et constitue une contrefaçon.

Les résultats, interprétations et conclusions émises dans cette publication sont celles de l'auteur et ne devraient pas être attribués à l'ITCEQ, à sa Direction ou aux autorités de tutelle.

Cette étude a été réalisée à l'Institut Tunisien de la Compétitivité et des Etudes Quantitatives (ITCEQ) en 2017 au sein de la Direction Centrale de la Synthèse et Modélisation. L'auteur tient à remercier Mr. Habib Zitouna et Mr. Mounir Ben Said pour leurs remarques et leurs commentaires.

Liste des Tableaux	2
Liste des figures	2
Liste des annexes.....	2
Résumé.....	3
Introduction.....	5
I. Investissement dans l'économie de la connaissance: état des lieux.....	9
1. Base de données et présentation de l'enquête	9
2. Diffusion des TIC	10
3. Diffusion des innovations organisationnelles.....	13
4. Recherche et développement	16
5. Capital humain.....	18
II. Déterminants de la diffusion des TIC : cadre théorique et spécification du modèle	19
1. Effets épidémiques et effets d'agglomération.....	20
2. Caractéristiques structurelles de l'entreprise et modèles probit.....	22
3. Innovations organisationnelles et théorie de la complémentarité	22
4. Capacité d'absorption et théorie néo-schumpetérienne	23
5. Subventions et coûts liés aux nouvelles technologies	24
IV. Approche méthodologique.....	25
1. Régressions logistiques : modèle de diffusion des TIC	26
2. Modèle d'appariement: évaluation du Programme de Mise à Niveau	28
V. Evaluation de l'impact du Programme de Mise à Niveau sur l'adoption des TIC : résultats des estimations économétriques.....	31
1. Le PMN facilite l'adoption des TIC par les entreprises copilées	32
2. Entreprises copilées versus entreprises non copilées : spécificités du processus de diffusion des TIC	37
3. PMN, diffusion des TIC et internationalisation du marché : un effet déterminant pour le cas des entreprises exportatrices	38
4. PMN, diffusion des TIC et Taille de l'entreprise : un effet déterminant pour le cas des petites et moyennes entreprises.....	41
5. PMN, diffusion des TIC et disparité régionale	44
VI. Implications en termes de politique économique	47
1. Dysfonctionnement du processus productif tunisien : l'investissement dans les TIC comme solution incontestable	47
2. L'exemple du Portugal : les TIC comme moteur d'innovation, de montée dans la spécialisation technologique et d'augmentation de la valeur ajoutée.....	52
3. Des faibles capacités innovatrices et entrepreneuriales et une dépendance vis-à-vis de l'Occident enracinées dans l'histoire	56
4. Fracture numérique : une nouvelle dimension qui s'ajoute aux inégalités régionales.. ..	57
5. La région : lieu de transformation et de transition vers l'économie de la connaissance	58
Conclusion	60
Bibliographie.....	63
Annexes.....	68

Liste des Tableaux

Tableau 1. TIC par secteur d'activité (Population PMN)	12
Tableau 2. Innovations organisationnelles par secteur d'activité (Population PMN)	15
Tableau 3. RD par secteur d'activité (Population PMN)	17
Tableau 4. Capital humain par secteur d'activité (Population PMN)	19
Tableau 5. Définition des variables explicatives.....	27
Tableau 6. Déterminants de l'adoption des TIC : coefficients d'estimation et <i>p-value</i> entre parenthèse.....	33
Tableau 7. Estimateur naïf de la différence des moyennes d'adoption des TIC.....	36
Tableau 8. Estimateur d'appariement : Effet moyen du traitement sur les traités (ATT ou ATET).....	36
Tableau 9 : Déterminants de l'adoption des TIC selon le marché de l'entreprise : coefficients d'estimations et <i>p-value</i> entre parenthèse	38
Tableau 10. Estimateur naïf de la différence des moyennes d'adoption des TIC selon le marché de l'entreprise.....	40
Tableau 11. Estimateur d'appariement : Effet moyen du traitement sur les traités (ATT ou ATET) selon le marché de l'entreprise.....	40
Tableau 12. Déterminants de l'adoption des TIC selon la Taille d'entreprise : coefficients d'estimation et <i>p-value</i> entre parenthèse.....	42
Tableau 13. Estimateur naïf de la différence des moyennes d'adoption des TIC selon la taille de l'entreprise.....	43
Tableau 14. Estimateur d'appariement : Effet moyen du traitement sur les traités (ATT ou ATET) selon la taille de l'entreprise.....	43
Tableau 15. Déterminants de l'adoption des TIC selon la région : coefficients d'estimations et <i>p-value</i> entre parenthèse	45
Tableau 16. Estimateur naïf de la différence des moyennes d'adoption des TIC par région.....	46
Tableau 17. Estimateur d'appariement : Effet moyen du traitement sur les traités (ATT ou ATET) par région.....	46

Liste des figures

Figure 1. Diffusion des technologies de l'information et de la communication.....	10
Figure 2. Diffusion des pratiques organisationnelles innovantes.....	14
Figure 3. Recherche et Développement (en proportion des entreprises interrogées).....	16
Figure 4. Capital humain (en proportion des entreprises interrogées).....	18
Figure 5. Modèle théorique de diffusion des TIC.....	21
Figure 6. Evolution des exportations des produits High-tech en pourcentage des exportations manufacturières (1994-2015).....	48
Figure 7. Droits de douane, Nation la plus favorisée (NPF), moyenne pondérée, tous les produits (%).....	48
Figure 8. Droits de douane, Nation la plus favorisée (NPF), moyenne pondérée, produits manufacturés (%).....	48

Liste des annexes

Annexe 1. Statistiques descriptives : entreprises copilées versus entreprises non copilées.....	68
Annexe 2. Statistiques descriptives selon le marché de l'entreprise: entreprises copilées versus entreprises non copilées.....	69
Annexe 3. Statistiques descriptives par taille d'entreprise: entreprises copilées versus entreprises non copilées.....	70
Annexe 4. Statistiques descriptives par région: entreprises copilées versus entreprises non copilées.....	71

Résumé

Dans une économie de la connaissance, la compétitivité d'une entreprise, d'une région ou d'un pays dépend de sa capacité d'accéder, d'utiliser et de s'approprier les TIC. Ces technologies constituent, pour cette nouvelle économie l'infrastructure-clé, comme le chemin de fer et les routes pour l'économie industrielle, qui rend possible la création, l'accumulation, la gestion et le partage de la connaissance. Cette étude s'interroge ainsi sur les facteurs clés déterminant le niveau de diffusion des TIC dans le tissu industriel tunisien. Plus particulièrement, l'étude se propose d'évaluer l'impact du Programme de Mise à Niveau (PMN) sur l'intensité d'adoption des TIC dans les entreprises manufacturières tunisiennes. Pour mener à bien cette étude, nous avons mobilisé deux approches économétriques. La première approche consiste à identifier, à l'aide des modèles de régressions logistiques, les facteurs déterminants de la diffusion des TIC. La deuxième approche mobilise les modèles d'appariement afin d'évaluer l'impact du PMN sur l'intensité de numérisation des entreprises tunisiennes. Cette étude est basée sur une enquête, auprès de 238 entreprises manufacturières tunisiennes, faite conjointement par l'ITCEQ et le Bureau de Mise à Niveau en 2016. Les résultats de cette étude montrent que le niveau de diffusion des TIC dans le tissu industriel est relativement faible surtout pour les technologies les plus avancées. Ils montrent que l'impact du PMN n'est pas homogène, mais il varie d'une région à l'autre et même d'un groupe d'entreprises à l'autre. Autrement dit, le PMN n'a pas réussi à réduire la fracture numérique qui sépare la région côtière et la région intérieure d'une part et les PME et les grandes entreprises d'autre part. On démontre ainsi que pour accélérer la diffusion des TIC et la transition vers l'économie de la connaissance, il faut quitter la politique universelle et purement diffusionniste axée sur les subventions à une politique multi-niveaux qui prend en considération les dimensions nationales, régionales et sectorielles de l'économie de la connaissance basée sur les TIC.

ملخص

يتسم اقتصاد المعرفة بان القدرة التنافسية للمؤسسة او للجهة او للبلد تعتمد على مدى توافر تكنولوجيا المعلومات والاتصالات و استخدامها الفعال. هذه التكنولوجيات الحديثة تمثل البنية التحتية الرئيسية لهذا الاقتصاد الجديد، مثلها مثل السكك الحديدية والطرق بالنسبة للاقتصاد الصناعي، والذي يجعل من الممكن خلق وتراكم وإدارة وتقاسم المعرفة. و في هذا الاطار تندرج هذه الدراسة حيث تبحث في العوامل الرئيسية التي تحدد مستوى انتشار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في النسيج الصناعي التونسي. كما تهدف هذه الورقة بالأخص إلى تقييم أثر برنامج تأهيل المؤسسة على مستوى اعتماد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في المؤسسات الصناعية التونسية. للقيام بهذه الدراسة تم استخدام الاقتصاد القياسي و ذلك باستعمال منهجين اثنيين. يبحث المنهج الاول بالاعتماد على نماذج الانحدار اللوجستي في تحديد العوامل المؤثرة في انتشار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. اما المنهج الثاني يهدف باستعمال نماذج المطابقة الى تقييم أثر برنامج تأهيل المؤسسة على مستوى رقمنة المؤسسات الصناعية التونسية. وتستند هذه الدراسة إلى المعطيات الإحصائية التي وفرها المسح الميداني لعدد من المؤسسات الصناعية التونسية (238 مؤسسة) قام بها المعهد التونسي للقدرة التنافسية و الدراسات الكمية بصورة مشتركة مع مكتب تأهيل المؤسسة سنة 2016. إن نتائج هذه الدراسة تظهر أن مستوى انتشار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في النسيج الصناعي التونسي منخفض نسبيا خاصة بالنسبة للتكنولوجيات الأكثر تقدما. كما تبين أيضا أن تأثيرات برنامج التأهيل ليست متجانسة ولكنها تختلف من منطقة إلى أخرى و من مجموعة مؤسسات إلى أخرى. وبعبارة أخرى نستطيع القول أن برنامج التأهيل لم ينجح في سد الفجوة الرقمية بين الجهة الساحلية و الجهة الداخلية من ناحية و بين المؤسسات الصناعية الصغرى و المتوسطة و الكبرى من ناحية أخرى. و بناء على ذلك تبين الورقة أن تكثيف و تسريع استعمال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات و الانتقال الى اقتصاد المعرفة يحتم على الجهات الفاعلة في التنمية ترك السياسات الشمولية التي تعتمد على الدعم المالي لنشر تكنولوجيا

المعلومات والاتصالات دون الأخذ بعين الاعتبار خصائص المؤسسات و كذلك القطاعات و الجهات التي تنتمي لها هذه المؤسسات و انتهاج سياسات متعددة المستويات تأخذ بعين الاعتبار الأبعاد الوطنية والجهوية والقطاعية لاقتصاد المعرفة.

Summary

In the knowledge economy, the competitiveness of a given enterprise, region or country depends on its ability to access, use and appropriate ICT. These technologies constitute the key infrastructure for the new economy, such as railways and roads for the industrial economy, which make creation, accumulation, management and sharing of knowledge. This study examines the key determinants of the ICT diffusion in the Tunisian economy. In particular, the study aims to assess the impact of the Upgrading Program (PMN) on the intensity of ICT adoption in Tunisian manufacturing firms. To carry out this study, we have mobilized two econometric approaches. The first approach is to identify, using logistic regression models, the determinants of ICT diffusion. The second approach uses matching models to assess the impact of the PMN on the intensity of digitization of Tunisian firms. This study is based on a survey of 238 Tunisian manufacturing firms carried out jointly by the ITCEQ and the Bureau of Upgrading in 2016. The results of this study show that the level of ICT diffusion in the Tunisian economy is relatively low, especially for the most advanced technologies. They show that the impact of the PMN is not homogeneous, but it varies from one region to another and even from one group of firms to another. In other words, PMN has not succeeded in narrowing the digital divide between the coastal region and the inland region on the one hand and SMEs and large enterprises on the other. In order to accelerate the diffusion of ICTs and the transition to a knowledge-based economy, it is thus necessary to move away from universal and purely dissemination-oriented policy based on subsidies to a multi-level policy that takes account the national, regional and sectoral dimensions of the knowledge economy based on ICT.

Introduction

Economie de la connaissance, économie de l'information, économie postindustrielle, économie postfordiste, économie de réseau,..., les termes ne manquent pas pour qualifier l'irruption toujours plus marquée, tant au niveau national qu'international, d'importants bouleversements liés à la révolution des TIC (technologies de l'information et de la communication) dans les modes de production, de consommation, de communication, de travail et dans toute la vie humaine, (Freeman et Louça, 2001, Verspagen, 2004 ; Perez 2001, 2004, 2009). Le caractère révolutionnaire des TIC ne doit pas être compris en termes de nouveauté technique, mais dans leur transformation en « **facteur-clé** » après avoir réuni les conditions nécessaires (abondance relative, usage générique, coût relatif faible et/ou décroissant et transformation de la structure des coûts du système économique) au début des années 1990. Il s'agit d'un passage d'une technologie fondée sur des intrants d'énergies à faible coût à une autre essentiellement basée sur des intrants peu coûteux et en coût décroissant d'information grâce aux progrès technologiques réalisés dans les secteurs de semi-conducteurs, de télécommunication, de multimédia et d'Internet, ainsi que leur convergence (Castells, 1997).

Certains spécialistes du changement technologique préfèrent expliquer ces bouleversements par l'émergence de nouveau système technique (Gille, 1978), système socio-technique (De Bandt, 2002), paradigme technologique (Dosi, 1982), ou paradigme technoéconomique (Freeman et Perez 1988 ; Freeman et Louça 2001 ; Verspagen, 2004 ; Perez, 2009) basé sur les TIC. Ces termes traduisent la capacité et la manière avec lesquelles l'innovation technologique influence la prospérité des peuples, dans le temps et dans l'espace. Ils indiquent aussi que toutes les innovations technologiques n'ont pas le même effet sur l'économie et la société. Il faut distinguer entre les innovations incrémentales et les innovations radicales d'une part, et les paradigmes technologiques ou les révolutions technologiques d'autre part. Ces différents termes posent aussi la question de l'origine du progrès technique et sa nature. Ils reflètent que le progrès technique n'est pas un processus infini, mais limité par la nature du monde physique (Lorenzi et

Villemeur, 2009). Pourtant, cela n'empêche pas de penser à des longues périodes de stagnation ou de blocage d'adaptation du progrès technologique aux spécificités culturelles des sociétés. Dans cette perspective, la crise des années 1970s et 1980s a été largement expliquée par l'épuisement du système technique ou paradigme technoéconomique relatif à l'âge fordiste et la transition vers un nouveau paradigme technoéconomique (NPT) basé sur les TIC.

Contrairement aux innovations incrémentales et radicales qui ont des effets plus ou moins localisés sur l'économie, le NPT basé sur les TIC implique la naissance de nouveaux produits et industries et influencent toutes les branches de l'économie en modifiant radicalement la structure des coûts et les conditions de production, de distribution et de compétitivité de tout le système économique. Comme tout paradigme technoéconomique, le NPT basé sur les TIC offre un nouvel ensemble de principes de « bons sens » (best practices) formant un « style technologique » ou un modèle idéal-type de l'organisation productive optimale : la forme et la direction principales dans lesquelles la croissance de la productivité et l'innovation prennent place dans et entre les entreprises, les industries, les régions et les pays.

Le changement du paradigme technoéconomique implique que les pays qui seront capables d'accroître leur performance économique et d'entrer dans l'économie de la connaissance sont ceux qui vont réussir la diffusion des meilleures pratiques propres au NPT basé sur les TIC dans toute l'économie. Le processus de diffusion et ses implications sur la performance économique passent par, au moins, deux principaux canaux. Le premier concerne la création de nouvelles industries basées sur la production ou l'usage intensif des TIC (microélectroniques, ordinateurs, logiciels, télécommunication, instruments de contrôle, biotechnologie assistée par ordinateur, nouveaux matériaux, etc.). Pour ce canal, l'enjeu est aujourd'hui devenu de plus en plus difficile pour la majorité des pays en développement, y compris la Tunisie, puisque le marché des nouvelles technologies est presque partagé entre certains pays leaders (Etats-Unis, Japon, Europe), les dragons asiatiques (Corée du sud, Hong-Kong, Singapore, Taiwan) et un nombre réduit de pays émergents (Chine, Inde, Brésil, Thaïlande, Malaisie, Hongrie).

Le deuxième canal à travers lequel le NPT basé sur les TIC influence la performance économique d'un pays a trait au rajeunissement des industries existantes par l'introduction des TIC et des nouveaux principes organisationnels et managériaux qui

lui sont propres. En effet, les études théoriques et empiriques (OCDE, 2003 ; Baudchon et Brossard, 2001 ; Boyer, 2001) ont bien mis en évidence que pour le cas des TIC, l'effet usage l'emporte sur l'effet production. Elles ont démontré que ce sont les pays les plus utilisateurs (les pays scandinaves et l'Australie) et non nécessairement les producteurs des TIC (cas du Japon et l'Europe centrale) qui ont connu les niveaux de performance économique les plus élevés dans les années 1990s. En plus, ces études montrent qu'il n'est pas toujours bénéfique d'adopter le nouveau paradigme technologique en premier, car les coûts d'apprentissage des nouvelles technologies peuvent dépasser leurs bienfaits. Dans ce cas et contrairement au premier canal, être le « second mover » sera plus avantageux (Baudchon et Brossard, 2001). Donc, contrairement aux années 1990s où la majorité des pays étaient engagés dans des politiques de développement basées sur la création des pôles technologiques favorables à la production des nouvelles technologies liées au NPT basé sur les TIC, c'est le moment aujourd'hui pour que les pays en développement, en particulier la Tunisie, réorientent leur attention au tissu économique existant en favorisant une diffusion et appropriation intensives des TIC dans toutes les entreprises.

Comme la plupart des pays développés et les pays nouvellement industrialisés, la Tunisie a mis en œuvre en 1996 un Programme de Mise à Niveau (PMN) de son économie pour réussir la libéralisation et l'ouverture de ses frontières à la concurrence internationale. Ce programme mis en place avec l'assistance de l'UE et le FMI comprend plusieurs projets destinés aux entreprises et à leur environnement pour qu'elles s'adaptent au nouveau contexte et surmonter les faiblesses organisationnelles et institutionnelles héritées du passé: faiblesse de l'infrastructure institutionnelle, nombre très réduit des grandes entreprises, absence des relations interindustrielles, faiblesse des taux d'intégration et d'encadrement, forte dépendance technique, vieillissement et obsolescence d'équipements, etc. (ONUDI, 2001, 2002).

Au niveau de l'entreprise, et c'est ce qui nous intéresse dans ce travail, la mise à niveau encourage la restructuration des entreprises off-shore et on-shore moyennant une subvention d'investissement dans plusieurs activités : l'investissement incorporel (certification de qualité, réorganisation, formation, acquisition de savoir-faire et de brevets ou licences, achat de logiciels, études et prospections etc.), les

immobilisations (équipement, modernisation du processus de production, etc.) et la restructuration financière (ONUDI, 2002 ; Bougault et Filipiak, 2005). Ce programme prévoit également le versement de primes, comprises entre 10 % et 50 % du montant de l'investissement matériel (plafond de 100 000 DT) et égales à 70 % de l'investissement immatériel (plafond de 70 000 DT). Les entreprises concernées sont celles qui ont une marge de croissance, un marché en expansion et qui n'ont pas des difficultés sérieuses. Mais, le programme se généralise avec le temps pour toucher la majorité des entreprises intéressées. Des primes d'incitation au recrutement des cadres sont accordées aux PME (plafond 7 000 D pour chaque recrutement effectif) pour deux ans (minimum trois recrutements) (ibid.). Environ 60 % de l'enveloppe globale est allouée à la mise à niveau des entreprises (ONUDI, 2002). L'objectif étant d'accroître la flexibilité de l'entreprise et sa capacité d'innovation et d'intégration dans les réseaux de production territoriaux et extraterritoriaux, modèle spécifique du nouveau système technoéconomique basé sur les TIC.

Donc, trois questions se posent : i) quel est l'état réel du niveau de diffusion des TIC en tant que facteur clé de l'économie de la connaissance, ainsi que de celui de l'investissement dans les facteurs complémentaires tels que les innovations organisationnelles, la RD et le capital humain, dans le tissu industriel tunisien ; ii) quels sont les principaux facteurs déterminants du processus de diffusion des TIC dans le tissu industriel tunisien ; iii) le PMN, comme principal instrument de politique industrielle, est-il suffisant pour assurer la transition de la Tunisie vers l'économie de la connaissance basée sur les TIC. La réponse à ces questions constituera une base solide sur laquelle les décideurs politiques pourront s'appuyer pour construire un nouveau modèle de développement, plus en phase avec les potentialités offertes par le nouveau paradigme technoéconomique basé sur les TIC et l'économie de la connaissance. Dans le même ordre d'idée, les managers peuvent prendre, à la lumière de ce travail, des mesures au sein de leurs organisations afin de stimuler l'adoption et l'appropriation des TIC, améliorer leur compétitivité et leur capacités innovatrices et s'intégrer activement dans les réseaux de production et d'échange internationaux.

Après cette introduction, notre travail sera organisé de la manière suivante. La section II présentera la base de données et l'état des lieux du niveau de diffusion des

TIC et des investissements complémentaires relatifs à l'économie de la connaissance, telles les innovations organisationnelles, le capital humain et la RD, dans le tissu industriel tunisien. La section III sera consacrée à une revue de littérature portant sur les facteurs déterminants de la diffusion des TIC. Les sections IV et V seront réservées à la présentation de la méthodologie économétrique et des résultats empiriques, respectivement. Les implications politiques de ces résultats seront présentées dans la section VI. Enfin, on terminera par des conclusions sur les spécificités du processus de diffusion des TIC dans l'économie tunisienne et le rôle du PMN dans la transition de la Tunisie vers l'économie de la connaissance basée sur les TIC.

I. Investissement dans l'économie de la connaissance: état des lieux

1. Base de données et présentation de l'enquête

Les données utilisées dans ce travail sont issues d'une enquête conduite par le Bureau de Mise à Niveau en partenariat avec l'ITCEQ (Institut Tunisien de la Compétitivité et des Etudes Quantitative) entre mars et mai 2016. Cette enquête s'est adressée à deux sous-populations d'entreprises appartenant au secteur manufacturier. Une première sous-population constituée des entreprises dites copilées, c'est-à-dire celles qui ont bénéficié du programme de mise à niveau au moins une fois durant la décennie 2005-2014. Une deuxième sous-population comprend les entreprises qui n'ont jamais bénéficié du PMN ni même de l'ITP (Investissement Technologique Prioritaire).

La construction du sous-échantillon des entreprises copilées est basée sur la méthode d'échantillonnage aléatoire stratifié non proportionnel selon la région (Grand Tunis, Nord-est, Centre-est, Région intérieure)¹, le secteur (IAA, IMCCV, ICH, IME, ITH, ICC, ID)², le régime (Totalement exportatrice ou non) et la taille de l'entreprise (moins de 20, 20-49, 50-199 et 200 employés et plus). La méthode d'échantillonnage stratifié non proportionnel permet de pallier à la dispersion dans la base d'échantillonnage en diminuant le poids des strates surreprésentées (secteur

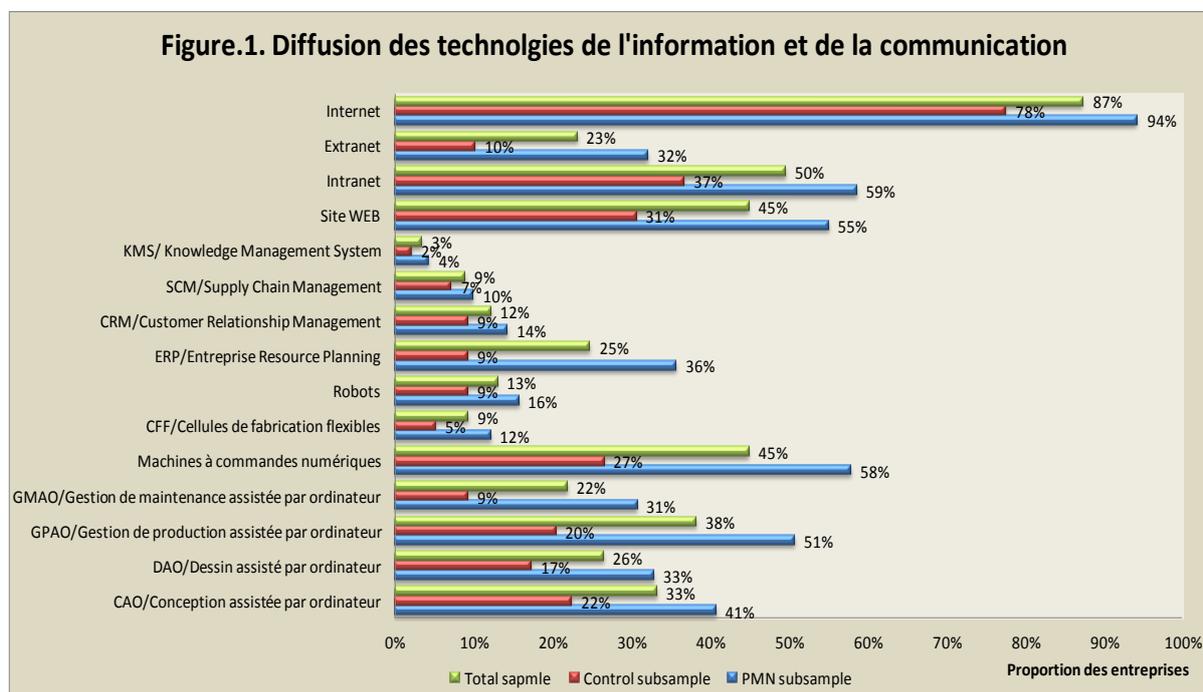
¹ Grand Tunis (Ariana, Ben Arous, Manouba, Tunis) ; Nord-est (Bizerte, Nabeul, Zaghouan) ; Centre-est (Mahdia, Monastir, Sfax, Sousse), Région intérieure (les autres 13 gouvernorats tunisiens).

² IAA, Industrie Agroalimentaire ; IMCCV, Industrie de Matériaux de Construction, Céramiques et Verre ; IME, Industrie Mécanique et Electrique ; ICH, Industrie Chimique ; ITH, Industrie de Textile et Habillement ; ICC, Industrie de Cuir et de Chaussures, ID, Industries Diverses.

Textile et la région Centre-Est) au profit des strates sous-représentées (les autres secteurs et la Région Intérieure). L'échantillon témoin a été calqué sur celui des entreprises copilées, d'une manière à respecter les mêmes proportions des entreprises dans chacune des strates susmentionnées pour garantir une évaluation comparative, rationnelle et scientifiquement valide.

Le questionnaire est diffusé par les organismes d'appui du Ministère de l'Industrie (les Centres techniques pour le cas des entreprises copilées et l'Agence de promotion de l'industrie et de l'innovation pour le cas des entreprises non copilées). Il est subdivisé en plusieurs parties traitant, entre autres, les caractéristiques géographiques, structurelles, organisationnelles et cognitives des entreprises, leurs capacités innovatrices et leur niveau d'adoption des TIC, pour ne citer que celles qui nous intéressent dans ce travail. Les taux de réponses sont de l'ordre de 70% et 60% pour les entreprises copilées (140 entreprises) et les entreprises non copilées (98 entreprises), respectivement.

2. Diffusion des TIC



Par rapport à la liste des technologies fournie aux entreprises interrogées qui comprend quinze types d'outils TIC, la figure 1 montre que toutes les technologies d'information et de communication ont pénétré les structures des entreprises tunisiennes. Toutefois, cette diffusion est encore faible et loin d'être homogène. En

effet, on peut distinguer trois groupes de technologies selon leur niveau de diffusion parmi les entreprises interrogées : un premier groupe (Internet, site web et intranet) avec un taux de diffusion relativement élevé (50% à 87%) ; un deuxième groupe (CAO, DAO, GPAO, GMAO) avec un taux de diffusion relativement modéré (22% à 38%) et enfin les technologies faiblement diffusées telles que les technologies de type matériel excepté les machines à commandes numériques et les logiciels non spécifiques excepté les ERP.

Cette disparité peut être expliquée par le fait que les investissements dans les TIC sont faits généralement par obligation et non dans le cadre d'un projet stratégique bien réfléchi qui vise à améliorer la compétitivité de l'entreprise et ses capacités innovatrices. En effet, pour les technologies de communication, bien qu'elles soient des technologies à fort potentiel d'innovation, les taux d'adoption ne disent rien au sujet de l'usage effectif de ces technologies. Ces technologies, si elles étaient utilisées dans des activités basiques comme la recherche et le transfert d'information (recherche d'information, consultation des comptes bancaires, réservation en ligne, pour le cas d'Internet) et la présentation de l'entreprise et ses produits (pour le cas des sites web), ne peuvent pas être une source d'avantage compétitif et de performance innovatrice pour les entreprises utilisatrices (Sethi & King, 1994 ; Bharadwaj, 2000). De même, certains logiciels de spécificité sectorielle sont des outils de travail vital, standard et déjà utilisés depuis longtemps. Ils auraient généré un potentiel beaucoup plus tôt, et par conséquent, ils sont faiblement associés à l'innovation et à la compétitivité de l'entreprise. Ce sont plutôt les technologies les plus avancées (ERP, KMS, SCM et CRM), permettant la collecte, le traitement, la création et le stockage d'information et de connaissances stratégiques, qui peuvent renforcer la performance innovatrice de l'entreprise et sa compétitivité.

Le faible niveau d'adoption de ces technologies souligné plus haut (excepté les ERP) pourrait être expliqué par l'absence d'une vision et d'un projet stratégique élaborés autour des TIC et de leurs potentialités. Il pourrait aussi être expliqué par le manque des compétences et des innovations organisationnelles complémentaires à cette vague de technologies pour pouvoir en tirer profit sur le plan d'innovation et d'avantage compétitif. On remarque aussi une faible diffusion du matériel de production flexible (CFF et Robot) malgré leur ancienneté. L'adoption de ces technologies renforce la réactivité opérationnelle des entreprises, particulièrement

les PME, face à une demande en constante évolution et sont aujourd'hui indispensables pour gagner en compétitivité tant à l'échelle nationale qu'internationale.

La figure 1 nous montre aussi une large disparité ou plus précisément une fracture numérique entre les entreprises ayant profité du programme de mise à niveau et celles qui n'y ont pas adhéré. En effet, les entreprises copilées sont de loin plus nombreuses à investir dans les deux groupes de TIC les plus diffusés que leurs homologues non copilées. Pour les technologies faiblement diffusées, l'écart dans les taux d'adoption n'est pas de grande importance.

Tableau 1. TIC par secteur d'activité (Population PMN)							
	IAA	ITH	ICH	IMCCV	IME	ICC	IDD
CAO/Conception assistée par ordinateur	8%	56%	15%	33%	74%	33%	50%
DAO/Dessin assisté par ordinateur	8%	41%	15%	44%	53%	22%	36%
GPAO/Gestion de production assistée par ordinateur	44%	65%	54%	39%	53%	67%	36%
GMAO/Gestion de maintenance assistée par ordinateur	32%	26%	23%	33%	37%	56%	23%
Machines à commande numérique	32%	62%	62%	61%	68%	56%	68%
CFF/Cellules de fabrication flexibles	4%	15%	15%	6%	5%	33%	18%
Robots	4%	26%	8%	17%	26%	0%	14%
ERP/Entreprise Resource Planning	44%	26%	46%	33%	58%	22%	23%
CRM/Customer Relationship Management	12%	6%	23%	11%	32%	22%	9%
SCM/Supply Chain Management	4%	15%	8%	11%	11%	22%	5%
KMS/ Knowledge Management System	0%	0%	8%	6%	11%	22%	0%
Site WEB	60%	35%	77%	61%	68%	33%	59%
Intranet	68%	47%	62%	39%	79%	44%	68%
Extranet	20%	32%	54%	17%	53%	22%	32%
Internet	96%	88%	100%	94%	100%	89%	95%
INDTIC (moyenne TIC)	4,36	5,41	5,69	5,06	7,26	5,44	5,36

Au niveau sectoriel, le niveau de diffusion des TIC varie aussi d'un secteur à un autre. Si on s'intéresse aux entreprises copilées (les plus utilisatrices des TIC), une lecture en colonne du tableau 1 montre que chaque industrie a ses technologies privilégiées. L'IAA investit dans quatre technologies clés que sont l'Intranet (68%), les sites web (60%) et les logiciels GPAO (44%) et ERP (44%). L'IMCCV privilégie surtout les machines à commande numérique (61%), les sites web (61%) et un peu moins les logiciels DAO (44%) et GMAO (39%) et l'Intranet (39%). L'industrie chimique préfère adopter les technologies de communication, les machines à commande numériques (62%) et les logiciels GPAO (54%) et ERP (46%). L'Industrie mécanique et électrique investit beaucoup dans les technologies de communication, les logiciels spécifiques au secteur d'activité (DAO, GPAO, GMAO), l'ERP (58%) et les machines à commande numérique (68%). L'Industrie de textile et habillement privilégie les logiciels de spécificité sectorielle (GPAO, CAO, DAO), les machines à commande numérique (62%) et l'Intranet (47%). L'Industrie de cuir et chaussure investit beaucoup plus dans les logiciels GPAO (67%) et GMAO (56%), les machines à commande numérique (56%) et dans l'Intranet (44%) que dans les autres technologies. Enfin, les Industries diverses adoptent essentiellement les machines à commande numérique (68%), l'Intranet (68%), les sites web (59%) et les logiciels CAO (50%).

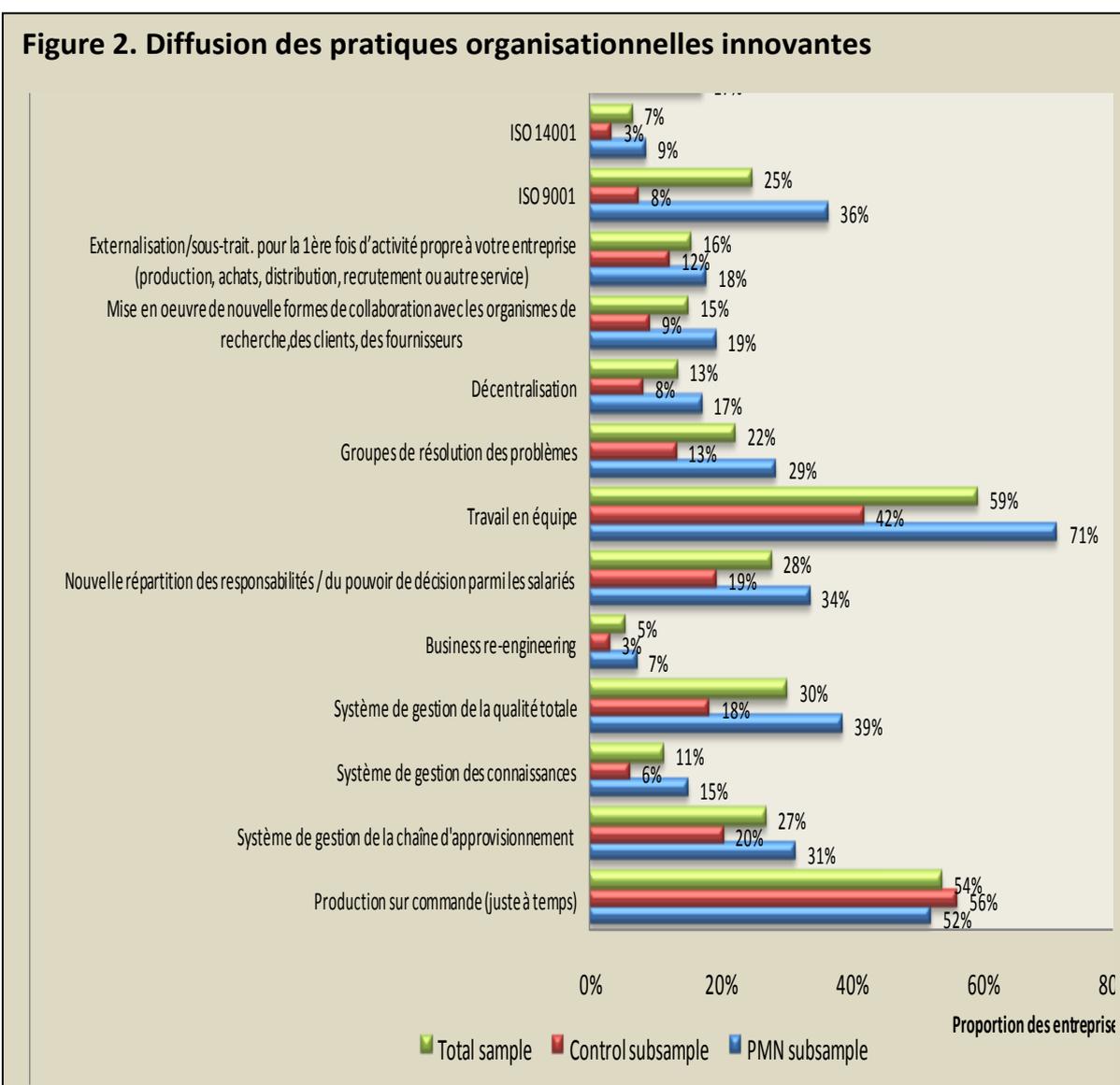
Dans son ensemble le tableau 1 montre qu'avec en moyenne 5 à 5,7 technologies, les industries sont comparables en matière d'adoption des TIC, excepté l'industrie mécanique avec le niveau d'adoption le plus élevé (7,26) et l'IAA avec le niveau le moins élevé (4,36). Cette hétérogénéité dans les paniers de technologies adoptés peut être expliquée par les besoins, les capacités et les spécificités de chaque secteur qui rend qu'un panier soit privilégié par rapport à un autre.

3. Diffusion des innovations organisationnelles

Comme pour le cas des TIC, toutes les pratiques organisationnelles énumérées dans le questionnaire sont adoptées par au moins quelques entreprises interrogées. Cette adoption est toutefois très hétérogène selon la variable d'analyse retenue : le type d'innovation organisationnelle, l'adhésion ou non au PMN ou le secteur d'activité. Ainsi, par rapport à la première variable, la figure 2 montre que la plupart des pratiques organisationnelles innovantes sont faiblement diffusées parmi les entreprises interrogées. Les quelques pratiques organisationnelles dont le niveau de

diffusion est relativement élevé ou modéré, sont le travail en équipe (59%), la production juste à temps (54%) ; l'ISO 9001 (36%) et les systèmes de gestion de la qualité totale (30%).

Cette faiblesse en matière d'investissement dans les innovations organisationnelles n'est pas, toutefois, sans conséquence sur le niveau d'investissement en TIC et sa rentabilité. Elle va sans doute limiter, comme nous l'avons vu plus haut, la diffusion de certaines technologies de l'information et de communication, ainsi que le niveau d'appropriation des technologies déjà adoptées. En effet une des explications majeures du paradoxe de Solow (1987), « on voit partout des ordinateurs sauf dans les statistiques de la productivité », est que les TIC et les innovations organisationnelles sont complémentaires. L'investissement dans les TIC ne peut



avoir un effet positif sur la performance de l'entreprise que s'il est accompagné par un investissement complémentaire en matière d'organisation du travail.

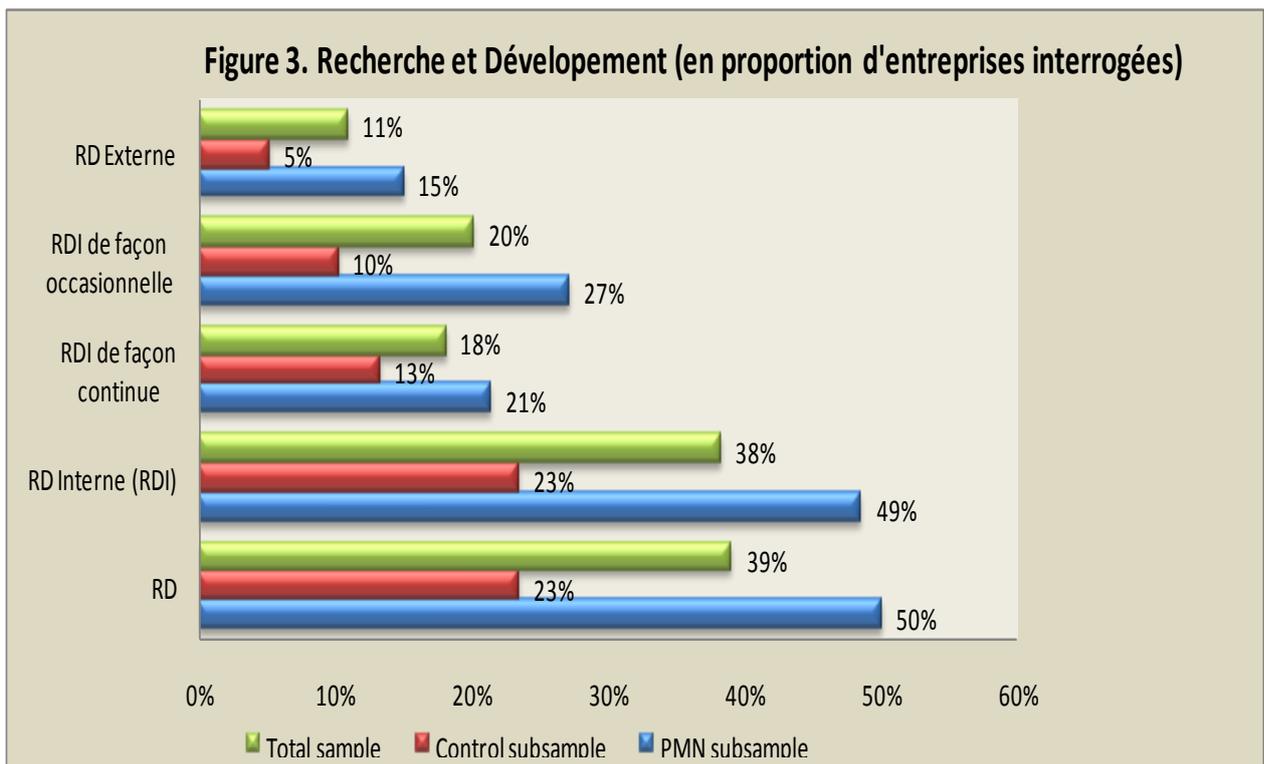
Tableau 2. Innovations organisationnelles par secteur d'activité (Population PMN)							
	IAA	ITH	ICH	IMCCV	IME	ICC	IDD
JIT	48%	53%	31%	50%	79%	56%	45%
Système de gestion de la chaîne d'approvisionnement	28%	18%	31%	33%	58%	33%	32%
Système de gestion des connaissances	16%	0%	23%	28%	42%	11%	0%
Système de gestion de la qualité totale	40%	26%	62%	44%	74%	11%	18%
Business re-engineering	8%	3%	15%	11%	11%	0%	5%
Mise en œuvre de nouvelles formes de collaboration avec les organismes de recherche, des clients, des fournisseurs	24%	18%	15%	28%	16%	0%	23%
Nouvelle répartition des responsabilités / du pouvoir de décision parmi les salariés	36%	21%	38%	67%	32%	22%	27%
Travail en équipe	80%	65%	92%	78%	84%	44%	55%
Groupes de résolution des problèmes	36%	21%	15%	50%	42%	0%	23%
Décentralisation	28%	3%	23%	11%	21%	0%	32%
Externalisation/sous-trait. pour la 1ère fois d'activité propre à l'entreprise (production, achats, distribution, recrutement ou autre service)	12%	15%	23%	11%	21%	11%	32%
ISO 9001	36%	12%	38%	28%	84%	11%	50%
ISO 14001	4%	0%	8%	6%	32%	11%	9%
Un référentiel sectoriel (ISO/TS 16949, ISO 22000, HACCP, BRC/FSI...)	64%	0%	8%	0%	32%	0%	5%
Label national ou international (CE, NT, eco-labels)	8%	9%	0%	11%	21%	0%	5%
Autres référentiels (OHSAS,...)	12%	6%	8%	6%	11%	0%	5%
INDIO (Moyenne des innovations organisationnelles)	4.8	2.68	4.31	4.61	6.58	2.11	3.64

Ces conclusions sont aussi valables pour les entreprises adhérant au programme de mise à niveau, même-si elles sont plus innovatrices en matière d'organisation que leurs homologues non copilées. Plus particulièrement, les entreprises copilées investissent beaucoup plus que les entreprises non copilées dans les pratiques liées à la qualité des produits et le travail en équipe. En revanche les entreprises non

copilées dépassent les premières dans l'introduction des méthodes de production juste à temps (JIT), soit 56% contre 52%.

Si on s'intéresse maintenant aux entreprises copilées, la ventilation des pratiques organisationnelles par rapport au secteur d'activité (tableau 2) fait ressortir trois groupes selon le niveau d'adoption d'innovations organisationnelles. Un premier groupe d'entreprises faiblement innovatrices constitué de trois secteurs que sont l'ITH (2, 68 pratiques sur un total de 15 pratiques), l'ICC (2,11) et l'ID (3,64). Un deuxième groupe à un niveau d'adoption relativement modéré est formé de trois secteurs, à savoir l'IAA (4,8), l'ICH (4,31) et l'IMCCV (4,61). Enfin, un troisième groupe relativement fortement innovateur est constitué de l'industrie mécanique et électrique avec un niveau d'adoption moyen de 6,58 pratiques organisationnelles innovantes.

4. Recherche et développement



La figure 3 montre que 39% des entreprises interrogées font de la recherche et développement. Près de 11% de ces mêmes entreprises font de la RD à la fois à l'intérieur et à l'extérieur de leurs murs. On constate aussi que la RD externe ne constitue pas un substitut pour la RD interne, mais plutôt une activité complémentaire

puisque toutes les entreprises faisant la RD en externe le font aussi en interne et vice-versa. En effet, pour pouvoir absorber la recherche issue de l'extérieur, les entreprises sont appelées à accroître leur capacité d'absorption par, entre autres, l'investissement dans la RD interne. Toutefois, les entreprises faisant la RD d'une manière continue ne représentent que 18% de l'ensemble des entreprises interrogées, le reste (20%) le fait d'une manière occasionnelle selon le besoin.

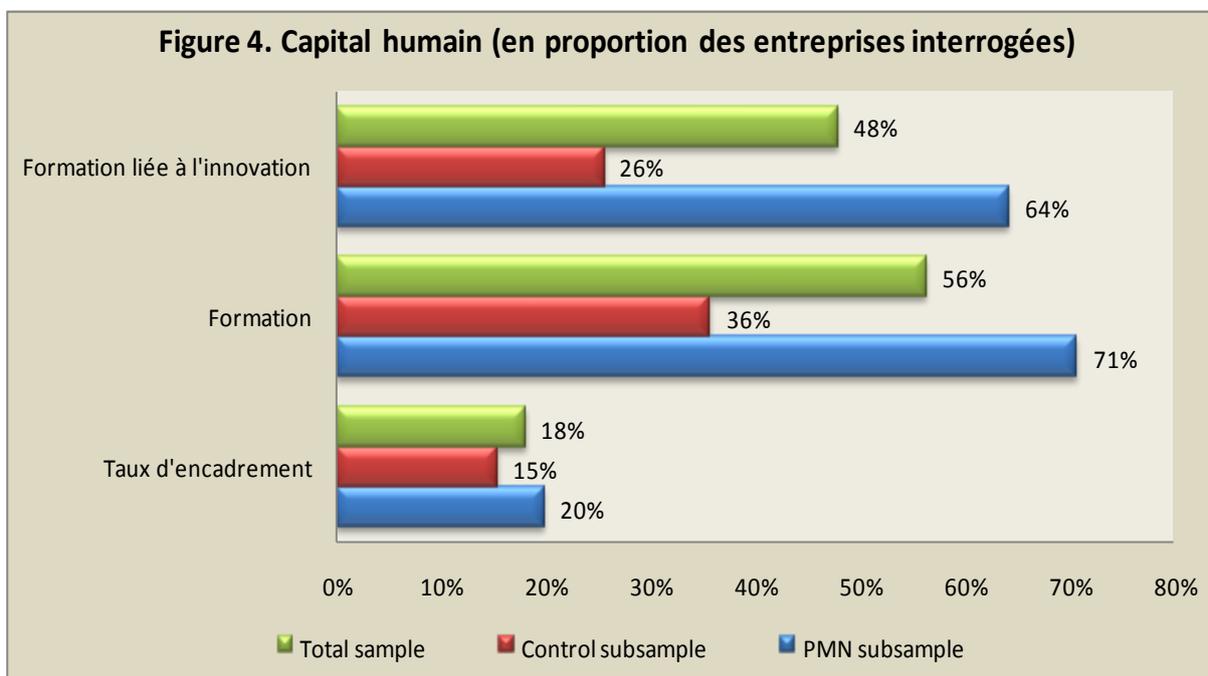
Par ailleurs, les entreprises copilées investissent beaucoup plus que les entreprises non copilées dans la recherche et développement, soit 50% et 23% respectivement. Elles sont aussi plus nombreuses à faire la RD à l'extérieur. Toutefois, même pour ces entreprises mises à niveau, la RD constitue une activité occasionnelle (27%) et non permanente.

Tableau 3. RD par secteur d'activité (Population PMN)						
	RD	RD en % de CA	RD Interne	RDI continue	RDI occasionnelle	RD externe
IAA	56%	3,02	52%	20%	32%	16%
ITH	21%	3,67	21%	6%	15%	0%
ICH	69%	2,07	69%	38%	38%	23%
IMCCV	56%	2,56	56%	33%	28%	11%
IME	84%	2,55	79%	42%	47%	37%
ICC	56%	4,50	56%	33%	22%	22%
ID	41%	1,09	41%	14%	27%	14%

La ventilation sectorielle des données correspondant aux entreprises copilées (Tableau 3) fait ressortir en tête du classement l'industrie mécanique et électrique (84%) et le secteur chimique (69%) et en queue du classement l'industrie Textile et habillant avec seulement 21% du total des entreprises. Au milieu du classement, on trouve le reste des secteurs avec des taux comparables et relativement modérés, à savoir IAA (56%), IMCCV (56%), ICC(56%) et ID (41%). En outre, le Tableau (3) montre, comme nous l'avons cité précédemment, que l'activité de RD reste pour la

plupart des entreprises une activité occasionnelle. On souligne aussi le recours important de certaines industries à la RD extérieure telles que l'IME (37%), l'ICH (23%) et l'ICC (22%). Enfin, concernant l'intensité de l'investissement dans la RD (par rapport au chiffre d'affaires), le même Tableau (3) montre en tête l'ICC (4,5%) et l'ITH (3,67) et l'IAA (3,02) avec des taux d'investissement relativement élevés, et en dernière position l'industrie diverse (1,09). Le reste des secteurs investissent entre 2% et 2,5% de leur chiffre d'affaires dans les activités liées à la RD.

5. Capital humain



Le taux d'encadrement (nombre des diplômés par rapport à l'effectif total de l'entreprise) des entreprises interrogées s'élève à 18%. Les entreprises copilées sont plus nombreuses à employer des travailleurs diplômés que leurs homologues non copilées, soit 20% et 15% respectivement. 56% des entreprises investissent aussi dans la formation d'une manière générale et 48% dispensent une formation liée aux activités d'innovation. Mais les taux seront plus importants si on s'intéresse aux entreprises mises à niveau. Ainsi, près de trois quarts de ces entreprises offrent une formation à leur personnel et plus de deux tiers investissent dans la formation liée à l'innovation.

Tableau 4. Capital humain par secteur d'activité (Population PMN)			
	Taux d'encadrement	Formation	Formation liée à l'innovation
IAA	17 %	76%	60%
ITH	10 %	62%	55%
ICH	32%	85%	62%
IMCCV	28%	72%	67%
IME	25%	79%	83%
ICC	13%	67%	67%
ID	23 %	64%	64%

L'analyse sectorielle montre une disparité importante dans les taux d'encadrement. Ainsi, le tableau (4) montre que l'industrie chimique, avec un taux d'encadrement de l'ordre de 32%, constitue le plus grand employeur des diplômés du supérieur, suivie de l'IMCCV (28%) et l'IME (25%) par opposition aux industries IAA (17%) et surtout l'ICC (13%) et l'ITH (10%). Concernant la formation (d'une manière générale ou liée à l'innovation), on peut constater que cette disparité est un peu atténuée et que des proportions élevées d'entreprises accordent une importance particulière à ce champ d'investissement.

II. Déterminants de la diffusion des TIC : cadre théorique et spécification du modèle

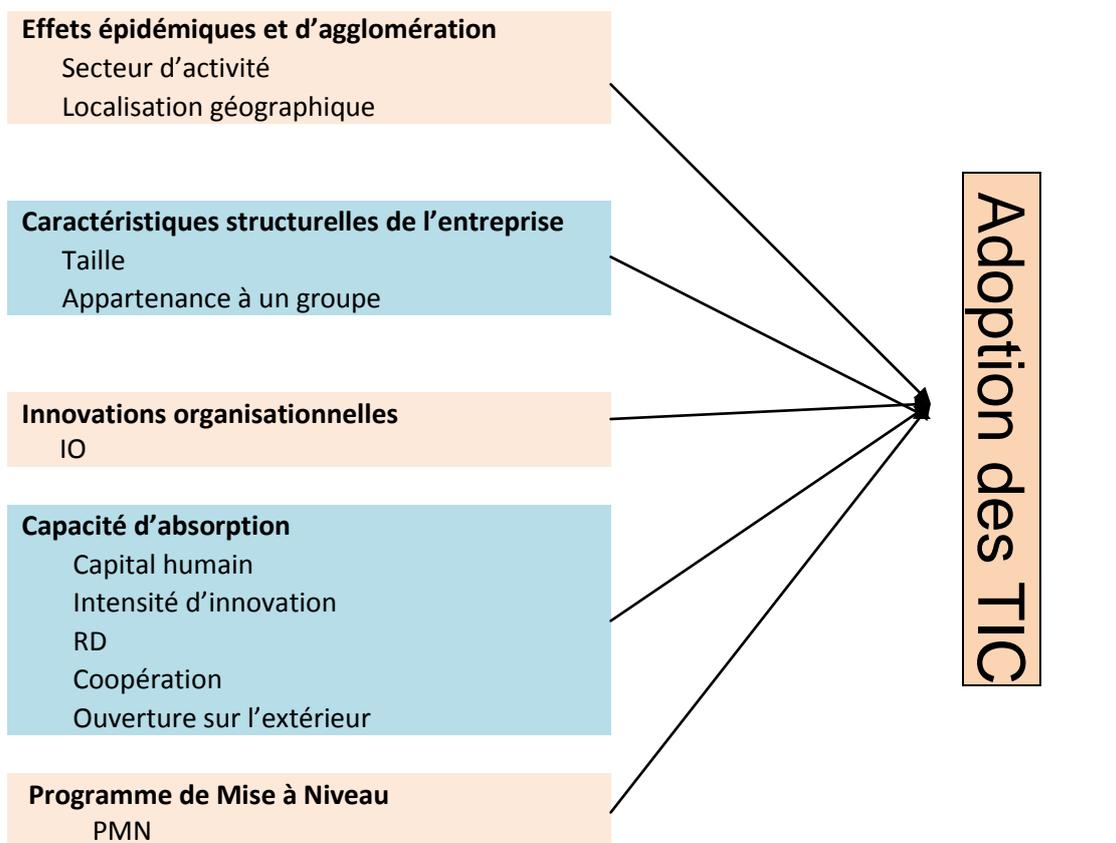
Dans la littérature consacrée à l'adoption des nouvelles technologies, on distingue quatre approches principales. Dans les deux premières approches, l'adoption d'une nouvelle technologie est vue comme le résultat d'un processus de diffusion stimulé ou inhibé par des facteurs exogènes. Il s'agit des modèles épidémiques et des modèles probit. La troisième approche émane des travaux de Milgrom et Roberts (1990, 1995) sur le design organisationnel des firmes, c'est l'approche de supermodularité de changement technologique. Selon cette approche, l'adoption de

nouvelles technologies, et particulièrement les TIC, résulte d'un processus général de changement organisationnel où la firme cherche à optimiser ses pratiques organisationnelles, stratégiques et technologiques. Selon, la quatrième approche, l'adoption de la nouvelle technologie est vue comme source d'apprentissage et d'amélioration de la capacité d'absorption et elle se fait d'une manière sélective : il s'agit de l'approche néo-schumpetérienne. La mobilisation de ces différentes approches nous a permis de construire notre modèle théorique présenté ci-dessous (figure 5).

1. Effets épidémiques et effets d'agglomération

Dans les modèles épidémiques (Griliches,1957 ; Mansfield,1961), le processus d'acquisition de l'information est implicite : l'apprentissage se fait selon un processus épidémique dans lequel la probabilité pour une entreprise d'adopter une innovation à un moment donné dépend positivement du nombre d'entreprises l'ayant déjà adoptée. La vitesse d'adoption dépend du processus par lequel les gens seront informés sur les nouvelles technologies (Geroski, 2000) (source commune et / ou à travers le processus de diffusion d'information de bouche à oreille). Cette approche insiste sur le rôle important du processus d'information dans la décision d'adopter les nouvelles technologies. Ainsi, la probabilité d'une entreprise à adopter une nouvelle technologie à un moment donné dépend positivement du niveau d'adoption, correspondant à ce moment (ou à un moment antérieur), à son secteur et à sa région d'appartenance, puisque le secteur et la région sont les principaux mécanismes qui facilitent la transmission des informations et des connaissances tacites d'une entreprise à une autre (Battisti, 2000 ; Hollenstein, 2004; Hollenstein & Woerter, 2008; Battisti et al., 2009). On ajoute ici que les régions se distinguent encore par leur dotation en facteurs clés en infrastructure TIC, fournisseurs des TIC, main-d'œuvre qualifiée, compétences en TIC, institution financière, etc. qui facilitent et rentabilisent l'adoption des TIC par les entreprises (Ben Khalifa, 2013 ; Cornford et al., 2006 ; Karlsson et al., 2010). Donc, la région n'est pas seulement une source d'externalités d'information, mais aussi d'externalités pécuniaires qu'il faut prendre en considération lors de l'interprétation de l'effet épidémique. On parle souvent des économies d'agglomération pour caractériser ces deux types d'externalités (Marshall, 1890).

Figure 5 : Modèle théorique de diffusion des TIC



Les études empiriques (Karshenas & Stoneman, 1993 ; Ben Youssef et al., 2010 ; Gaallego et al., 2011) démontrent que les effets épidémiques jouent un rôle très important dans la diffusion inter-firmes des TIC. En revanche, d'autres études (Battisti & Stoneman, 2003) démontrent que cette variable a un effet moins significatif dans le cas de la diffusion intra-firme (intensité d'adoption). La propagation de l'information n'a pas un effet certain dans la diffusion de la technologie à l'intérieur de la firme, si elle n'a pas développé une capacité d'absorption des connaissances en premier temps. Pour les externalités pécuniaires, plusieurs travaux (Forman et al., 2005 ; Kolko, 2000 ; 2002 ; Zook, 2000) montrent que la présence des fournisseurs TIC et des facteurs complémentaires comme la main d'œuvre qualifiée et les inputs intermédiaires sont déterminants dans l'adoption des TIC.

2. Caractéristiques structurelles de l'entreprise et modèles probit

Les modèles probit mettent l'accent sur la diversité des caractéristiques individuelles des firmes. Dans ces modèles (Davies, 1979 ; Stoneman & Irland, 1983), l'ensemble de ces caractéristiques se résume dans le facteur *taille* : à chaque instant, il existe une taille critique pour que la nouvelle technologie soit rentable et décroît avec le temps. La taille de l'entreprise peut influencer les différentes variables de la décision d'adoption. Ainsi, la grande taille permet à l'entreprise de profiter d'économies d'échelle et de gamme, d'un accès plus facile et moins coûteux au financement, d'un moindre risque et de coûts plus bas. Les grandes firmes peuvent aussi attirer la main d'œuvre qualifiée en offrant des salaires et des conditions plus favorables aux travailleurs que les PME. D'autres caractéristiques spécifiques aux entreprises ont fait l'objet de variables explicatives à côté de la taille telles que le *statut* juridique et capitalistique de l'entreprise.

Les tests empiriques relatifs aux modèles probit ont donné des résultats ambigus. Concernant la relation entre la *taille* et l'adoption des TIC, plusieurs études faites sur les pays développés et certaines d'autres réalisées pour le cas des pays en développement montrent que cette relation est positive. Ainsi, la taille de l'entreprise affecte positivement l'intensité d'adoption des TIC, l'implantation des sites Web, l'adoption des ordinateurs, l'adoption d'EDI, d'e-mail et l'accès à des données en lignées (Gaallego et al., 2011 ; Ben Youssef et al. 2010 ; Premkumar & Roberts, 1999). En revanche, certains auteurs (Bayo-Morionesa & Lera-Lopez, 2007 ; Ben Khalifa, 2014) montrent que le nombre d'employés qui accèdent à Internet, le nombre des utilisateurs des ordinateurs et l'e-mail par employé sont négativement liés à la taille. L'effet du *statut* des firmes n'est pas aussi sans ambiguïté. Certaines études (Premkumar & Roberts, 1999 ; Bayo-Morionesa & Lera-Lopez, 2007) montrent que l'appartenance à un groupe a un impact positif sur l'adoption des TIC. Toutefois, Teo & Ranganathan (2004) et Ben Khalifa (2014) contestent une telle relation dans le cas du commerce électronique.

3. Innovations organisationnelles et théorie de la complémentarité

La théorie de la complémentarité se focalise particulièrement sur les technologies de l'information et de la communication les plus avancées. Milgrom et Roberts (1990, 1995), fondateurs de cette théorie, suggèrent que même si les facteurs identifiés par

l'approche de la diffusion sont importants, les firmes ne s'intéressent pas à l'adoption des TIC si elles n'ont pas adopté d'autres *pratiques manageriales* et *organisationnelles* relatives au nouveau système de production flexible : a) production orientée vers les économies de gamme plus que les économies d'échelle ; b) améliorations fréquentes de produits et de processus ; c) segmentation des marchés au lieu de marketing en masse ; d) des hautes qualifications ; e) décentralisation du processus de prise de décision ; f) accent mis sur le coût et la qualité plus que sur le volume ; g) faible stock ; h) haute réactivité aux demandes des consommateurs ; i) dépendance aux fournisseurs extérieurs. Ce type de design organisationnel vise à tirer un avantage de l'effet systémique généré par l'association des nouvelles technologies de l'information et de la communication et les pratiques organisationnelles et stratégiques spécifiques.

Sur le plan empirique, une étude faite sur les entreprises manufacturières espagnoles (Bayo-Morionesa & Lera-Lopez, 2007) montre que l'adoption des ordinateurs et de l'intranet dépend positivement de l'application de l'ISO 9000 et la poursuite d'une stratégie de différenciation. Elle montre aussi que l'utilisation des pages Web et de la vidéoconférence est corrélée positivement avec le développement des équipes par projet et à la certification ISO 9000. Plus récemment, une étude faite sur des entreprises colombiennes (Gaallego et al., 2011) montre aussi un lien positif entre les innovations organisationnelles et l'intensité d'adoption des TIC. De même, une étude faite par Ben Khalifa (2014) sur un échantillon de 145 entreprises tunisiennes montre une corrélation positive entre l'intensité des innovations organisationnelles introduites par les entreprises et l'intensité d'usage de l'Internet ainsi que la proportion des utilisateurs de cet outil.

4. Capacité d'absorption et théorie néo-schumpetérienne

Bocquet et Brossard (2007) ajoutent aux différents facteurs évoqués par les approches précédentes deux autres facteurs très intéressants : la capacité d'apprentissage des entreprises et leurs capacités (capabilities) technologiques. La *capacité d'apprentissage* est considérée dans les modèles épidémiques comme un problème de disponibilité d'information et les capacités cognitives sont limitées à certains managers et employés. Dans l'approche de la complémentarité, les connaissances limitées et les compétences insuffisantes inhibent l'adoption des

technologies (Bocquet & Brossard, 2007), mais elles sont considérées comme des facteurs exogènes, les conséquences d'un éventuel apprentissage endogène sont ignorées. Au contraire, les approches évolutionnistes et néo-schumpetériennes (Nelson & Winter, 1982 ; Dosi, 1982) proposent une conception dynamique d'apprentissage, où les firmes aux connaissances limitées peuvent à un certain temps les accroître. L'apprentissage est une capacité adaptative qui augmente toujours l'habilité à sélectionner les technologies importantes. L'idée importante est que le processus ne nécessite pas systématiquement l'adoption de tout le menu des TIC. Mais, au contraire, il nécessite une *capacité technologique* qui permet à la firme de sélectionner seulement les technologies les plus importantes. Cette capacité dépend, entre autres, du niveau du capital humain, de l'expérience dans les anciennes technologies, de la capacité exportatrice, de la R-D, ainsi que de l'âge de l'entreprise. D'un point de vue empirique, des études faites sur les pays développés (Battisti & Stoneman, 2003 ; Hollenstein, 2004) montrent que la capacité d'absorption (mesurée par le niveau des employés qualifiés, l'orientation de la formation, les comportements innovateurs des firmes, l'âge de la firme, la présence de R-D, la part des exportations) des connaissances d'autres firmes et institutions et l'expérience dans des anciennes technologies, influencent positivement le moment et l'intensité d'adoption des TIC. Cet effet positif de la capacité d'absorption est aussi confirmé par certains travaux réalisés dans le cadre des pays en développement comme la Tunisie (Ben Youssef et al., 2010 ; Ben Khalifa, 2014, 2013) et l'Inde (Lal, 1999).

5. Subventions et coûts liés aux nouvelles technologies

Un autre groupe de facteurs exogènes, qui influencent la diffusion de la nouvelle technologie, est lié aux coûts : coûts d'apprentissage et de recherche, coûts de changement et coûts d'opportunité. Les *coûts d'apprentissage et de recherche* s'expliquent par le fait que la profitabilité d'une innovation croît avec le temps. Le passage du temps réduit en particulier le risque et le coût d'innovation. Avec le temps, plus d'informations seront disponibles et les firmes seront plus capables d'anticiper avec plus de précision les rendements et les risques liés aux nouvelles technologies.

En outre, des *coûts de changement* élevés peuvent entraver l'adoption de la nouvelle technologie. Ces derniers incluent les coûts des nouvelles connaissances

nécessaires à l'usage de la nouvelle technologie (Cohen & Levinthal, 1989) et ceux liés à la destruction des compétences qui y entraîne (Teece & Pisano, 1994). Les *coûts d'opportunité* sont aussi importants et sont liés à l'état des anciennes technologies. En effet, les firmes qui ont des technologies encore en bon état sont moins incitées à les changer par des nouvelles technologies que les autres qui ont des technologies amorties, le bénéfice net sera faible et les coûts du capital et du changement seront très élevés (Cabellaro & Hammour, 1994).

Ces différents types de coûts peuvent être affectés par les règlements gouvernementaux comme la déréglementation du marché de télécommunication (Gruber & Verboven, 1999), ainsi que par les subventions accordées par l'Etat aux entreprises pour les inciter à investir dans les TIC et dans les actifs complémentaires tels que le capital humain et le changement organisationnel. En Tunisie, le programme de mise à niveau, par les subventions qu'il accorde aux entreprises, leur offre l'opportunité d'investir dans les TIC, dans le capital humain et dans les nouvelles pratiques organisationnelles afin de gagner en compétitivité et d'affronter la concurrence internationale. En conséquence, les entreprises mises à niveaux sont supposées être plus équipées en TIC que les entreprises non copilées.

IV. Approche méthodologique

Pour mener à bien l'analyse du processus de diffusion des TIC dans le tissu industriel tunisien et l'évaluation de l'impact du programme de mise à niveau sur ce processus, nous allons mobiliser deux méthodes d'estimations économétriques. La première méthode consiste à utiliser des modèles logistiques ordinaux, afin d'explorer, sur la base de la littérature présentée plus haut, les facteurs clés du processus de diffusion des TIC dans les entreprises manufacturières tunisiennes. Il s'agit aussi d'une étape instrumentale qui va nous permettre d'identifier les variables pertinentes à utiliser dans la deuxième méthode dite d'appariement, afin d'estimer l'impact du PMN sur l'intensité d'adoption des TIC dans les entreprises bénéficiant de ce programme.

1. Régressions logistiques : modèle de diffusion des TIC

- **Variable à expliquer (variable d'intérêt)**

Il n'y a pas d'approche standard ou un consensus général sur les variables de mesure des technologies de l'information et de la communication. Donc, comme mesure des TIC (la variable d'intérêt), on a choisi l'intensité d'adoption des différents types de TIC présentés dans la section 1, excepté l'internet puisque son utilisation est presque généralisée. Celle-ci correspond à une variable qualitative polytomique ordonnée relative aux 14 technologies TIC énumérées dans le questionnaire (voir section précédente), elle compte ainsi 15 modalités (de 0 à 14).

- **Variables explicatives**

Les variables explicatives sont choisies en référence à notre revue de littérature et notre modèle théorique présentés dans la deuxième section. Ainsi, en plus de notre variable explicative principale, c'est-à-dire le programme de mise à niveau, on distingue quatre groupes de variables (tableau 2) qui peuvent influencer le processus de diffusion des TIC. Un premier groupe définit les variables d'ordre structurel. Un deuxième groupe concerne les variables caractérisant la capacité d'absorption. Un troisième groupe est lié aux variables organisationnelles. Et enfin, un quatrième groupe a trait aux facteurs épidémiques.

- **Modèle économétrique de diffusion des TIC**

Comme notre variable à expliquer est une variable qualitative polytomique ordonnée, on va utiliser les modèles économétriques de type logit ordonné qui répond bien à ce type de variable (Tomas, 2000; Greene, 2002).

Le modèle latent s'écrit comme suit :

$$y_i^* = \alpha X + \varepsilon$$

Avec α est un vecteur de paramètres et ε l'erreur résiduelle qui suit une distribution logistique. $x = (x_i^1 \dots x_i^k)$ est le vecteur de variables exogènes définies plus haut et y_i^* désigne la mesure du niveau d'adoption des TIC inobservée de l'entreprise i .

L'équivalent observé y_i mesure le niveau d'adoption des TIC :

$$y_i = j \text{ si } c_j \leq y_i^* < c_{j+1}$$

où $j = 0, 1, \dots, 15$, selon que l'entreprise adopte 0, 1, ..., ou 14 types de TIC énumérés dans le questionnaire.

Tableau 5. Définition des variables explicatives	
Variable explicative	Description
<i>Programme de mise à niveau</i>	
PMN	Variable qualitative binaire, selon que l'entreprise soit ou non copilée
<i>Caractéristiques structurelles de l'entreprise</i>	
Taille	Logarithme du nombre d'employés
GROUPE	Variable qualitative binaire, selon que l'entreprise appartient ou non à un groupe
<i>Capacité d'absorption</i>	
EDUCATION	Nombre des diplômés / effectif total
FORMATION	Variable qualitative binaire, selon que l'entreprise a dispensé ou non une formation à son personnel
INTENSINNOV	Variable qualitative polytomique ordonnée comptant 4 modalités (de 0 à 3), selon que l'entreprise a fait ou non des innovations de produit, innovations de procédé et/ou innovations commerciales
RD	Variable qualitative binaire, selon que l'entreprise investit ou non dans la R-D
NBPARTENERS	Nombre de partenaires
X	Chiffre d'affaires à l'export/chiffre d'affaires total
X2	Le carré de X
<i>Innovations organisationnelles</i>	
IO	Variable qualitative polytomique ordonnée basé sur 13 pratiques organisationnelles innovantes comptant 14 modalités (de 0 à 13)
<i>Effets épidémiques et effets d'agglomération³</i>	
Localisation géographique	Quatre variables binaires relatives à la localisation de l'entreprise: Grand Tunis (GTUNIS), Nord-est (NEST), Centre-est (CEST) et Région intérieure (RINT).
Secteur d'activité	Six variables binaires relatives au secteur d'activité de l'entreprise : IAA, IMCCV, ICH, IME, ITH, ICC, ID.

Comme il est suggéré par Long & Ervin (2000), on va utiliser la matrice de variance-covariance corrigée de l'hétéroscédasticité par la procédure de White pour contrôler la robustesse des estimations due à la présence d'hétéroscédasticité qui pose souvent problème dans les cas des données transversales. De même, on va utiliser

³ On a aussi voulu utilisé la moyenne sectorielle d'adoption, mais cette variable a présenté un niveau de colinéarité très élevé avec la variable secteur d'activité. En outre la substitution de cette variable à cette dernière n'a pas donné des effets significatifs, on n'a pas donc retenu cette variable.

la méthode *rétrograde* pour éliminer les variables non pertinentes. On commence par un modèle qui comporte toutes les variables explicatives et ensuite on élimine une par une les variables non significatives, en commençant par celle qui est la moins significative (p value le plus élevée). Enfin, pour le cas des régressions logistiques, la littérature (Mickey & Greenland, 1989, par exemple), indique qu'un p-value = 0.05 ne parvient pas à identifier les variables qui peuvent être importantes et nous seront donc amenés à utiliser, en se référant à cette littérature et aux travaux plus récents (Battisti et al., 2009), un seuil de signification égal à 25% (p-value = 0.25).

2. Modèle d'appariement: évaluation du Programme de Mise à Niveau

La demande d'évaluation est de plus en plus présente dans le débat public. En effet, l'étude d'impact est indispensable pour estimer l'efficacité et la rentabilité économiques de toute mesure de politique socioéconomique (aide sociale, programme de formation de chômeurs, subvention aux entreprises, ...). Cette tâche s'avère, parfois, complexe. Il s'agit, pour l'essentiel, de comparer entre des individus, ménages ou entreprises bénéficiant de la mesure qu'on veut évaluer et leurs homologues n'en bénéficiant pas. Il se pose par conséquent la question des biais de sélectivité : le recours à une mesure politique est une décision qui met en œuvre un choix individuel relevant, au moins partiellement, de la rationalité. Cette décision ne peut être indépendante d'un calcul rationnel fait par l'agent lui-même intégrant les conséquences de son choix sur le plan socio-économique. Ignorer cette évaluation individuelle, qui s'apparente à une auto-sélection, l'on risque de produire des estimations biaisées de l'impact d'une mesure politique en comparant directement les situations des bénéficiaires et des non bénéficiaires de cette mesure.

Pour limiter les conséquences de l'auto-sélection, les statisticiens et les économètres construisent généralement un groupe de contrôle dont les caractéristiques observables se ressemblent le plus étroitement possible à celles des agents bénéficiaires de la mesure politique. Cette démarche n'est, toutefois, valide que dans le cas où la sélectivité provient seulement des caractéristiques observables (âge, taille, secteur d'activité, région, régime pour le cas d'une entreprise par exemple). Or, d'après les spécialistes du domaine, cette hypothèse est jugée trop restrictive et lui préfèrent l'hypothèse d'une sélectivité plus large qui s'opère à la fois sur la base des caractéristiques individuelles observables et inobservables. En absence des

données expérimentales, les **estimateurs d'appariement** ont la caractéristique pratique d'approcher une expérience « randomisée » (aléatoire) *ex-post* (Rubin, 1977).

L'évaluation de l'effet du programme de mise à niveau, qui constitue notre principal exercice dans ce travail, consiste à examiner ce qui se serait passé en matière d'adoption des TIC sans le support de ce programme. L'effet de ce dernier ne peut donc pas être mesuré directement, puisque les mêmes individus ne pourront pas être observables en même temps avec et sans le programme. Il s'agit donc d'un exercice virtuel : on parle de contrefactuel. Pour répondre à cet exercice, la méthode d'appariement est d'une richesse incontestable. Cette méthode consiste à appairer chaque entreprise non-participante (éligible ou potentiellement éligible) à son clone participant. Dans ce cas, les deux entreprises seraient identiques sur toutes les variables (on utilise souvent le terme covariable) d'une manière à contrôler tous les effets qui pourraient résulter de l'hétérogénéité des entreprises, autres que la participation au programme. Par conséquent toute différence subséquente du comportement entre ces deux entreprises pourrait être attribuée au PMN.

Le paramètre le plus connu et le plus utilisé est l'effet moyen du traitement sur les traités nommé **ATT** ou **ATET** (*Average Treatment Effect on the Treated*). Le terme traitement se réfère aux travaux pionniers d'évaluation de l'efficacité des traitements développés dans le domaine médical. Ce terme est utilisé par la suite en économétrie pour qualifier une intervention publique, un programme de formation, une politique de subvention, etc. D'une manière formelle, l'ATT mesure ce qu'une entreprise a gagné du fait d'être traitée (c-à-d mise à niveau, $T = 1$) par rapport à ce qu'elle aurait réalisé si elle n'est pas traitée ($T = 0$). Le paramètre est donné par la formule suivante :

$$E(Y_1 - Y_0 | X, T = 1) = E(\Delta | X, T = 1)$$

Y_i représente la variable d'intérêt, dans notre travail l'intensité d'adoption des TIC. Ici Y_1 et Y_0 sont observés que pour les participants et les non-participants, respectivement. L'effet du traitement (ici le PMN) est égale à $\Delta = Y_1 - Y_0$, si on observe les deux variables d'intérêt pour la même firme. Or, il n'est pas possible d'observer un même individu face aux deux situations de traitement (à la fois traité et non traité), ce qui nécessite d'être déduits d'une certaine manière de l'échantillon.

Pour estimer le paramètre ATT, on peut utiliser les informations dont on dispose sur les individus non traités pour construire des contrefactuels aux individus traités, c'est-à-dire une estimation de ce qu'aurait été leur situation s'ils n'avaient pas eu le traitement. L'estimateur ATT est obtenu sous l'hypothèse d'indépendance conditionnelle aux caractéristiques observables (*Conditional Independence Assumption*).

$$(Y_1, Y_0) \perp T \mid X, \perp \text{ veut dire indépendance}$$

Sous cette première hypothèse, la variable d'intérêt (intensité d'adoption des TIC) est supposée indépendante au fait d'être traité (participation au PMN) contrôlé par les variables X caractérisant l'individu. Cette restriction sous-entend que la sélection est basée uniquement sur les variables observables et que le choix de participation au PMN est purement aléatoire pour des entreprises similaires.

On ajoute aussi une seconde *hypothèse d'identification*, puisque si tous les participants avec certaines caractéristiques choisissent de participer au programme, il n'y aura plus d'observations pour des individus choisissant de ne pas participer (Abadie & Imbens, 2002). Cette hypothèse permet donc de s'assurer que pour chaque individu traité, il y a des non traités qui ont les mêmes caractéristiques observées X. Formellement :

$$c < \Pr(T = 1 \mid X = x) < 1 - c \text{ pour certain } c > 0$$

Ces deux hypothèses ne sont, toutefois, pas toujours satisfaites, ce qui donne lieu à un biais dans l'estimation (Abadie & Imbens, 2002). Plusieurs méthodes ont été développées pour dépasser ces hypothèses restrictives et tenir compte l'existence des caractéristiques inobservables telles que les méthodes classiques de correction des biais en « deux étapes » et les régressions instrumentales. La principale difficulté de ces méthodes est de trouver des variables instrumentales valides : des variables qui affectent le fait de bénéficier du traitement mais qui n'ont pas d'impact sur la variable d'intérêt. C'est pour ces raisons que les méthodes d'appariement sont de plus en plus utilisées, malgré les limites qu'elles présentent (Heckman & Navarro-Lozano, 2004 ; Heckman et al., 1998 ; Titus, 2007). Notre choix des modèles d'appariement est donc justifié par le fait que notre base de données ne comprend pas des variables instrumentales. A ce propos, Imbens (2004) a examiné diverses méthodes utilisées pour estimer l'effet du traitement sous les hypothèses ci-dessus,

en discutant de la plausibilité de l'hypothèse d'exogénéité dans l'application économique.

Dans ce travail, nous allons utiliser la *procédure* développée par Abadie et al. (2004) avec implémentation de l'estimateur d'appariement corrigé du biais spécifique, « *specific bias-corrected matching estimator* », développé par Abadie et Imbens (2002). Pour limiter les biais de sélection qui peuvent provenir des caractéristiques inobservables, nous allons évaluer aussi l'effet du programme de mise à niveau sur des sous-échantillons (définis selon la taille, le régime et la région d'implantation de l'entreprise) relativement homogène. L'estimateur d'appariement utilisé est celui du « *plus proche voisin* ». L'agent traité (entreprise copilée) est appariée avec un non-traité du groupe témoin le plus proche voisin sur la base des covariables observées. Cela offre une distribution plus homogène des efforts d'adoption des TIC entre les entreprises copilées et leurs homologues non copilées, puisque les entreprises sont appariées seulement sur les covariables déterminant l'adoption des TIC. A ce propos, Angrist et Hahn (2004) montrent que l'appariement sur des covariables donne des résultats plus performants que les techniques basées sur les scores de propension. De même, Smith et Todd (2005) en évaluant les différents estimateurs par appariement tels que, l'estimateur du « *plus proche voisin* », l'estimateur avec « *fonction noyau* » (Kernel) et l'estimateur du « *Double différence* » montrent qu'avec des données de haute qualité et riche en variables corrélées à la participation au programme politique et aux variables d'intérêt, l'estimateur du « *plus proche voisin* » sur des covariables, plutôt que sur des scores de propension, constitue un bon choix.

V. Evaluation de l'impact du Programme de Mise à Niveau sur l'adoption des TIC : résultats des estimations économétriques

Cette section se propose d'explorer les facteurs déterminants des TIC dans les entreprises manufacturières tunisiennes et plus particulièrement d'évaluer l'efficacité des politiques de subvention à l'investissement, c'est-à-dire le PMN, destinées à engager l'économie tunisienne sur la voie de la modernisation et la numérisation de sa base industrielle et à instaurer une économie fondée sur les TIC, la connaissance et l'innovation. Elle vise, également, à tester l'efficacité du PMN à aplanir la fracture numérique entre les entreprises (selon leur taille et leur marché), ainsi qu'entre les

régions tunisiennes (Grand Tunis, Nord Est, Centre Est et Région intérieure) et à réduire par conséquent les disparités régionales.

1. Le PMN facilite l'adoption des TIC par les entreprises copilées

- ***Facteurs déterminants de l'adoption des TIC***

Pour déterminer les facteurs clés de l'adoption des TIC par les entreprises tunisiennes, nous avons appliqué une régression logistique ordinaire sur l'ensemble des deux échantillons (entreprises copilées et entreprises non copilées). La première colonne du Tableau (6) présente les résultats de cette régression. Elle montre que le PMN a un effet positif et statistiquement significatif sur l'adoption des TIC. Conformément à la littérature, l'adoption des TIC est aussi influencée par plusieurs variables relatives aux caractéristiques structurelles et aux capacités d'absorption des entreprises, aux innovations organisationnelles et à l'environnement de l'entreprise. Ainsi, les caractéristiques structurelles de l'entreprise, c'est-à-dire la taille et l'appartenance à un groupe, sont positivement associées à l'adoption intensive des TIC. Les entreprises de grande taille et les entreprises appartenant à un groupe ont plus de chances d'introduire un nombre élevé de TIC.

De même, l'intensité d'adoption des TIC est positivement corrélée à la capacité d'absorption de l'entreprise. Les entreprises qui investissent dans le capital humain (emploi des diplômés et formation), la RD, l'innovation et le partenariat sont les plus utilisatrices des TIC parmi les entreprises interrogées. Toutefois, nos résultats montrent que les entreprises exportatrices n'ont aucun avantage en matière d'adoption des TIC par rapport aux entreprises non exportatrices. Cela peut être interprété comme la conséquence de l'insertion des entreprises tunisiennes dans la dynamique de sous-traitance internationale depuis le début des années 1970, ce qui limite leur capacité à exploiter les opportunités offertes par les TIC (en matière de créativité, d'innovation, de conquête de nouveaux marchés,...), et par conséquent leur niveau d'investissement dans ces technologies. Les innovations organisationnelles sont positivement corrélées à l'intensité d'adoption des TIC. Les entreprises utilisant un nombre élevé de TIC sont celles qui ont introduit un nombre élevé de pratiques organisationnelles innovantes. Cet investissement conjoint dans les innovations technologiques et organisationnelles va permettre, conformément à

Tableau 6. Déterminants de l'adoption des TIC : coefficients d'estimation et *p-value* entre parenthèse*

	Pop. totale	Ech. PMN	Ech. de Contrôle
PMN	0.688 (0.020)	na	na
Taille	0.231 (0.058)	0.267 (0.062)	0.541 (0.076)
GROUPE	0.483 (0.113)		1.576 (0.060)
EDUCATION	0.013 (0.035)	0.023 (0.024)	
FORMATION	0.694 (0.024)		0.866 (0.115)
INTENSINNOV	0.196 (0.162)	0.284 (0.099)	
RD	0.427 (0.182)		
NBPARTENAIRES	0.117 (0.025)	0.074 (0.17)	0.223 (0.066)
IO	0.307 (0.000)	0.421 (0.000)	0.308 (0.013)
X			3.77 (0.263)
X ²			-4.471 (0.147)
GTUNIS	0.454 (0.212)	1.015 (0.050)	0.030 (0.960)
NEST	0.956 (0.012)	1.024 (0.048)	1.392 (0.071)
CEST	1.169 (0.002)	1.436 (0.006)	1.112 (0.045)
RINT	Réf.	Réf.	Réf.
IAA	-0.755 (0.014)	-0.922 (0.023)	-0.845 (0.089)
IMCCV		-1.020 (0.05)	
ICH			
IME			
ITH		0.818 (0.07)	-0.858 (0.144)
ICC			
ID			
N	232	140	98
Pseudo R2	0.164	0.126	0.211
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.000
<p>* Les statistiques sont corrigées pour tenir compte de l'hétéroscédasticité au moyen de la méthode Huber-White * Les valeurs en gras sont statistiquement significatives à au moins 25%: <i>p-value</i> < 0.25 comme l'ont recommandé Mickey et Greenland (1989) et Battisti et al. (2009) pour le cas des régressions logistiques na : non applicable * les cases vides : variables non significatives éliminées par la méthode rétrograde * les interceptes sont non présentés dans le tableau</p>			

l'hypothèse de la complémentarité, à ces entreprises de maximiser la rentabilité de leurs investissements. L'effet de la localisation géographique joue en faveur de la région côtière. Les entreprises localisées dans la région du Grand Tunis, dans le Nord-est ou dans le Centre-est investissent beaucoup plus dans les TIC que les entreprises implantées dans la région intérieure. Des inégalités en matière d'économie numérique s'ajouteraient alors aux inégalités régionales existantes en matière de développement économique. Enfin, le secteur d'activité ne constitue pas un facteur déterminant dans le processus de diffusion des TIC.

- ***L'effet du PMN sur l'intensité d'adoption des TIC : résultats de l'effet moyen du traitement***

Pour évaluer l'impact du PMN sur la numérisation des entreprises, nous allons comparer le niveau d'adoption des TIC des entreprises copilées à celui des non copilées. Les statistiques descriptives (annexe 1) montrent que les entreprises copilées et les entreprises non copilées présentent des caractéristiques individuelles hétérogènes. Ainsi, concernant les caractéristiques structurelles, les entreprises copilées sont plus grandes que leurs homologues non copilées (154 employés en moyenne contre 70) et elles sont plus nombreuses à appartenir aux grands groupes (38,8% contre 16,3%). En matière de capacités d'absorption, les entreprises copilées ont en moyenne un nombre de diplômés plus important (19,87 contre 15,35) et font en moyenne plus de formation (73,5% contre 37,7%). De même, les entreprises copilées sont plus innovatrices que leurs homologues non copilées. Elles font en moyenne plus de RD (50% contre 23,5%) et elles ont introduit en moyenne plus de pratiques organisationnelles innovantes (3,68 contre 2,15) et d'innovations en termes de produit, de procédé et de marketing (1,33 contre 0,77). Les entreprises copilées ont, également, plus de partenaires (1,16) que les non copilées (0,5). De même concernant les caractéristiques liées à l'environnement de l'entreprise (appartenance sectorielle et géographique), la répartition des entreprises est différente entre les deux échantillons (voir annexe 1 pour plus d'informations).

Le tableau (7) présente l'estimateur naïf qui correspond à la différence de moyenne d'adoption des TIC entre les deux échantillons d'entreprises sans prise en compte des caractéristiques X (les variables explicatives) des entreprises. Cet estimateur n'est, toutefois, robuste que dans le cas où les entreprises des deux échantillons sont identiques au regard de la distribution des covariables X, mais ce n'est plus le

cas ici. Donc, pour bien estimer l'effet moyen du PMN sur les entreprises copilées, nous allons procéder à utiliser une des méthodes d'évaluation des politiques publiques les plus modernes. Il s'agit de la méthode d'appariement, présentée plus haut, qui prévoit l'appariement des entreprises copilées aux entreprises non copilées et qu'au moyen des techniques d'estimation statistiques, elle permet d'isoler l'effet pouvant être attribué au PMN.

Vu que l'échantillon de contrôle est relativement petit, nous allons utiliser, dans le cadre de cette étude, l'appariement avec remplacement, qui permet à une firme non copilée d'être associée à plus d'une entreprise copilée. Le remplacement permet aussi d'obtenir des meilleures associations au détriment du nombre des non-participants distincts utilisés pour la construction de la moyenne des contrefactuels, ce qui contribue à réduire le biais d'estimation, mais au coût d'augmenter la variance de l'estimateur (Smith et Todd, 2005).

Nous estimons ainsi l'effet moyen du traitement sur les firmes traitées (ATET) en utilisant comme variable d'intérêt l'intensité d'adoption des TIC. Le traitement est une variable binaire $T_i = 1$ si la firme a bénéficié du PMN et $T_i = 0$ sinon. Les covariables utilisées pour l'appariement sont les covariables qui ont une influence significative sur l'adoption des TIC, identifiées par la régression logistique présentée plus haut: Taille, groupe, éducation, formation, intensité d'innovation, RD et nombre de partenaires. Puisque la localisation régionale est une covariable déterminante de l'adoption des TIC, nous imposons alors les "dummies" relatives à nos quatre régions (GTUNIS, NEST, CEST, RINT) comme des covariables d'appariement exactes d'une manière à ce que chaque firme ne sera appariée qu'à ses semblables appartenant à la même région d'implantation. Cela permet une répartition moins aléatoire des efforts de diffusion des TIC parmi le groupe traité et le groupe non traité, puisque les entreprises ne seront appariées qu'avec leurs semblables en termes de dimensions spécifiques aux TIC.

Le tableau (8) présente le résultat de l'effet moyen du traitement (le PMN) sur les traitées (les entreprises copilées), c'est-à-dire l'ATET (Average Treatment effect on the Treated). L'analyse de l'Effet Moyen du Traitement sur les Traitées, ici l'effet du PMN sur les entreprises copilées, montre que le PMN a un effet positif et statistiquement significatif sur l'intensité d'adoption des TIC par les entreprises copilées. La participation au PMN a permis aux entreprises copilées d'augmenter

leur adoption des TIC en moyenne de 1.38 technologies. Si ces entreprises n'ont pas été mises à niveau, elles auraient investi moins dans les TIC. Cela veut dire aussi que près de 60% (ATET/Estimateur naïf * 100) de la différence de moyennes d'adoption des TIC entre entreprises copilées et celles non copilées s'expliquent par le PMN, le reste (40%) sont attribués aux caractéristiques hétérogènes des entreprises copilées autres que le PMN. Toutefois, le niveau moyen global d'adoption des TIC chez les entreprises copilées est relativement fiable (4,5 technologies sur un total de 14 technologies énumérées dans le questionnaire) et le moins qu'on puisse dire est qu'à lui seul le PMN, principal instrument de la politique industrielle tunisienne, ne peut ni remporter la concurrence mondiale, ni favoriser le changement structurel et la transition vers une économie de la connaissance basée sur les TIC.

Tableau 7. Estimateur naïf de la différence des moyennes d'adoption des TIC

	Echantillon PMN	Echantillon Contrôle	Diff.	Std.Err.	t	P
Moyenne	4.50	2.15	2.35	0.379	6.202	0.000

Tableau 8. Estimateur d'appariement : Effet moyen du traitement sur les traités (ATT ou ATET)

INDTIC	AI Robust					
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ATET PMN (1 vs 0)	1.382815	.3571236	3.87	0.000	.6828654	2.082764

Cette première analyse nous pousse encore d'ouvrir l'évaluation de l'efficacité du PMN sur des échantillons plus restreints et plus homogènes (répartition selon la participation ou non au PMN, la taille, le marché et la région), afin de mieux appréhender les spécificités du processus de diffusion des TIC et de réduire les possibles biais (liées aux caractéristiques non observables des entreprises) dans l'estimation de l'impact du PMN sur l'adoption des TIC.

2. Entreprises copilées versus entreprises non copilées : spécificités du processus de diffusion des TIC

L'application des mêmes régressions logistiques sur les deux sous-échantillons (entreprises copilées/entreprises non copilées) donne les résultats présentés aux colonnes 2 et 3 du tableau (6). L'analyse de ces résultats montre que les facteurs déterminants dans le processus de diffusion des TIC ne sont plus les mêmes. Ainsi, pour les entreprises copilées, les facteurs déterminants de la diffusion des TIC sont la taille, le taux d'encadrement, le nombre de partenaires, l'intensité d'innovation, les innovations organisationnelles et la localisation dans la région côtière. On souligne aussi que les entreprises appartenant aux secteurs IAA et IMCCV, contrairement à l'ITH, ont moins de chances que les autres secteurs à adopter un niveau élevé des TIC.

Pour les entreprises non copilées, ce sont les entreprises de grande taille et appartenant à un groupe qui sont les plus utilisatrices des TIC. De même, la capacité d'absorption, joue un rôle très déterminant dans la diffusion des TIC. Ainsi, parmi les entreprises non copilées, ce sont les entreprises qui investissent dans la formation du personnel et dans la RD et qui coopèrent avec un nombre élevé de partenaires qui sont relativement plus numérisées. Les résultats d'estimation montrent aussi que les entreprises totalement exportatrices ont moins de chance que les entreprises partiellement exportatrices et les entreprises non exportatrices d'adopter intensivement les TIC. En outre, le niveau d'adoption de ces technologies est positivement influencé par l'intensité des innovations organisationnelles introduites par les entreprises. Par rapport aux entreprises non copilées et localisées à l'intérieur du pays, les entreprises localisées à Grand Tunis, contrairement au cas des entreprises copilées, n'ont plus d'avantage en matière d'adoption des TIC. Les entreprises localisées au Nord-est et au Centre-est gardent encore leur supériorité en matière de numérisation. L'appartenance sectorielle n'a aucun effet sur le processus de diffusion excepté le secteur IAA et ITH qui sont relativement moins utilisateurs des TIC par rapport aux autres secteurs.

3. PMN, diffusion des TIC et internationalisation du marché : un effet déterminant pour le cas des entreprises exportatrices

- **Facteurs Déterminants de la diffusion des TIC selon le niveau d'internationalisation de l'entreprise**

Les résultats des régressions logistiques appliquées sur les trois sous-échantillons, selon que les entreprises soient non, partiellement ou totalement exportatrices, sont présentés au tableau (9). Ils montrent que le programme de mise à niveau a un effet positif et statistiquement significatif uniquement sur les entreprises exportatrices.

Tableau 9 : Déterminants de l'adoption des TIC selon le marché de l'entreprise : coefficients d'estimations et *p-value* entre parenthèse

	NEXP	PEXP	TEXP
PMN		2.725 (0.011)	1.175 (0.006)
Taille	0.510 (0.016)	0.431 (0.154)	0.255 (0.212)
GROUPE			
EDUCATION	0.010 (0.209)	0.051 (0.003)	0.023 (0.314)
FORMATION			0.933 (0.050)
INTENSINNOV	0.575 (0.014)		
RD			
NBPARTENAIRES	0.182 (0.076)		0.107 (0.063)
IO	0.245	1.063 (0.000)	0.247 (0.014)
X	na		
X ²	na		
GTUNIS	0.575 (0.335)	-2.899 (0.001)	1.417 (0.007)
NEST	0.955 (0.171)		1.254 (0.011)
CEST	1.114 (0.073)		1.587 (0.001)
RINT	Réf		Réf
N	76	42	120
Pseudo R2	0.15	0.319	0.155
Prob > chi2	0.000	0.0003	0.0000
* Les statistiques sont corrigées pour tenir compte de l'hétéroscédasticité au moyen de la méthode Huber-White			
* Les valeurs en gras sont statistiquement significatives à au moins 25%: <i>p-value</i> < 0.25 comme l'ont recommandé Mickey et Greenland (1989) et Battisti et al. (2009) pour le cas deS régressions logistiques			
* na : non applicable			
* les cases vides : variables non significatives éliminées par la méthode rétrograde			
* les interceptes sont non présentés dans le tableau			

Pour les entreprises opérant sur le marché local, le PMN n'a aucun effet significatif sur leur capacité à introduire les TIC. Cela est en cohérence avec nos conclusions précédentes concernant la similarité des entreprises exportatrices et non exportatrices en matière d'adoption des TIC. Autrement dit, les TIC présentent plus de potentialités aux entreprises opérant sur le marché local (en termes de réactivité et d'innovation, de customisation, de possibilités d'internationalisation, de recherche de nouveaux clients et fournisseurs,...) que pour les sous-traitants dépendants des donneurs d'ordre étrangers et par conséquent elles sont plus incitées à investir dans ces technologies, même-si elles ne sont pas mises à niveau.

Concernant les caractéristiques structurelles, la taille de l'entreprise a un effet positif et significatif sur l'adoption intensive des TIC tant pour les entreprises non exportatrices que pour les entreprises exportatrices. La capacité d'absorption joue un rôle important dans la diffusion des TIC dans les entreprises non exportatrice : taux d'encadrement, intensité d'innovation et nombre des partenaires. Au contraire, la capacité d'absorption a un effet faible sur l'adoption des TIC (taux d'encadrement seulement) dans les entreprises partiellement exportatrices et modéré dans les entreprises totalement exportatrices (formation et nombre de partenaires).

L'intensité des innovations organisationnelles joue, quant à elle, un rôle important dans le processus de diffusion des TIC, et cela pour les trois populations d'entreprises. L'environnement de l'entreprise joue aussi un rôle important dans le processus de diffusion des TIC. Ainsi, pour le cas des entreprises opérant sur le marché local, ce sont celles implantées dans les régions du Nord et du Centre-est qui sont les plus favorables à l'adoption intensive des TIC. Pour les entreprises partiellement exportatrices, les entreprises tunisoises sont les moins équipées en TIC. Au contraire, pour le cas des entreprises totalement exportatrices, c'est la région intérieure qu'est la moins favorable à la diffusion des TIC.

- ***L'effet du PMN sur l'intensité d'adoption des TIC selon le niveau d'internationalisation de l'entreprise : résultats de l'effet moyen du traitement***

Les covariables utilisées pour l'appariement sont issues des régressions logistiques correspondant aux trois échantillons. Nous imposons encore les "dummies" relatives à nos quatre régions (GTUNIS, NEST, CEST, RINT) comme des covariables d'appariement exactes.

Le tableau (11) présente l'effet moyen du traitement (c-à-dire le PMN) sur les traités (ATT), selon que les entreprises soient ou non exportatrices.

Tableau 10. Estimateurs naïfs de la différence des moyennes d'adoption des TIC selon le marché de l'entreprise

	Ech. PMN	Ech. Contrôle	Diff.	Std.Err.	t	P
NEXP	4.175	2.722	1.452	0.689	2.106	0.019
PEXP	4.483	2.181	2.302	0.914	2.518	0.0079
TEXP	4.71	1.74	2.965	0.535	5.532	0.0000

Tableau 11. Estimateurs d'appariement: Effet moyen du traitement sur les traités (ATT ou ATET) selon le marché de l'entreprise

Tab. 11a. Entreprises non exportatrices (NEXP)

INDTIC	Coef.	AI Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ATET PMN (1 vs 0)	-.16016	.6791129	-0.24	0.814	-1.491197	1.170877

Tab. 11b. Entreprises partiellement exportatrices (PEXP)

INDTIC	Coef.	AI Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ATET PMN (1 vs 0)	1.650794	.918557	1.80	0.072	-.1495447	3.451132

Tab. 11c. Entreprises totalement exportatrices (TEXP)

INDTIC	Coef.	AI Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ATET PMN (1 vs 0)	2.428512	.6229868	3.90	0.000	1.20748	3.649544

Il montre que le PMN n'a pas d'effet sur l'adoption des TIC pour le cas des entreprises non exportatrices. En revanche, les entreprises totalement exportatrices

(entreprises offshore) sont les plus bénéficiaires de leur participation dans le PMN en matière d'adoption des TIC. Ces entreprises ont augmenté leur niveau d'adoption des TIC en moyenne de 2,428 technologies du fait de leur participation au PMN. Les entreprises partiellement exportatrices ont aussi connu une augmentation dans leur adoption des TIC suite à leur participation au PMN, mais avec un niveau moindre que leurs homologues totalement exportatrices, soit une augmentation moyenne de l'ordre de 1,650 technologies. En comparaison avec l'estimateur naïf, on déduit que le PMN explique près de 82% et 72% de l'écart des moyennes d'adoption des TIC entre les entreprises copilées et leurs homologues non copilées, pour les entreprises totalement et partiellement exportatrices respectivement.

4. PMN, diffusion des TIC et Taille de l'entreprise : un effet déterminant pour le cas des petites et moyennes entreprises

- ***Facteurs déterminants de l'adoption des TIC par les PME***

Relativement à la taille de l'entreprise, les résultats des estimations présentés au tableau (12) montrent que le programme de mise à niveau a un impact positif et statistiquement significatif sur la diffusion des TIC dans les petites et moyennes entreprises. Pour le cas des grandes entreprises, la variable PMN n'a pas été introduite dans l'analyse du fait que sur un échantillon de 34 grandes entreprises, on a 30 entreprises copilées, ce qui rend impossible toute estimation précise de l'effet du PMN sur l'adoption des TIC pour ce groupe d'entreprises.

La capacité d'absorption est plus déterminante dans le processus de diffusion des TIC pour le cas des entreprises de petite et moyenne taille que pour le cas des grandes entreprises. Pour ces dernières, les entreprises qui utilisent intensivement les TIC sont celles qui appartiennent à un groupe et qui opèrent sur le marché international.

Les innovations organisationnelles sont, comme dans les analyses précédentes, déterminantes dans le processus de numérisation des entreprises, quelque soit leur taille. Pour la localisation géographique, les résultats des régressions montrent que les grandes entreprises localisées au Nord-est sont plus susceptibles d'investir dans les TIC que leurs homologues dans d'autres régions. Pour les petites et moyennes entreprises, celles qui sont localisées dans la région intérieure, elles sont moins propices à la diffusion des TIC que leurs homologues localisées dans la région

côtière. Ces inégalités régionales en matière de diffusion des TIC peuvent être expliquées par les inégalités sociales et économiques (infrastructure, fournisseurs des TIC, centre de formation, centres d'appui, universités, main d'œuvre qualifiée, ...) déjà existantes et qui ne sont pas sans influence sur la capacité des petites et moyennes entreprises à utiliser et s'approprier les TIC.

Tableau 12. Déterminants de l'adoption des TIC selon la Taille d'entreprise : coefficients d'estimation et <i>p-value</i> entre parenthèse			
	<50	50-199	>199
PMN	1.125 (0.015)	0.621 (0.131)	
Taille			
GROUPE			1.671 (0.026)
EDUCATION	0.014 (0.184)	0.015 (0.081)	
FORMATION	0.761 (0.121)	0.541 (0.210)	2.031 (0.148)
INTENSINNOV	0.272 (0.200)		
RD			-1.521 (0.081)
NBPARTENAIRES	0.122 (0.258)	0.155 (0.075)	0.181 (0.267)
IO	0.478 (0.000)	0.231 (0.021)	0.649 (0.000)
X	0.256 (0.652)	-0.534 (0.214)	1.626 (0.069)
X ²			
GTUNIS		0.779 (0.143)	
NEST	1.249 (0.077)	0.890 (0.097)	1.360 (0.056)
CEST	1.383 (0.004)	1.175 (0.041)	
RINT		Réf.	
N	91	113	34
Pseudo R2	0.177	0.124	0.215
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000
* Les statistiques sont corrigées pour tenir compte de l'hétéroscédasticité au moyen de la méthode Huber-White * Les valeurs en gras sont statistiquement significatives à au moins 25%: <i>p-value</i> < 0.25 comme l'ont recommandé Mickey et Greenland (1989) et Battisti et al. (2009) pour le cas des régressions logistiques * les cases vides : variables non significatives éliminées par la méthode rétrograde * les interceptes sont non présentés dans le tableau			

- **L'effet du PMN sur l'intensité d'adoption des TIC par les PME: résultats de l'effet moyen du traitement**

Les covariables utilisées pour l'appariement sont issues des régressions logistiques correspondant aux deux échantillons (petite versus moyenne entreprise). Les "dummies" relatives à nos quatre régions (GTUNIS, NEST, CEST, RINT) sont imposées comme des covariables d'appariement exactes. L'effet moyen du traitement (Tableau 14a, b) montre que le PMN a un effet positif et significatif sur les entreprises de petite et de moyenne taille. Il montre

Tableau 13. Estimateurs naïfs de la différence des moyennes d'adoption des TIC selon la taille de l'entreprise

Taille	PMN	NPMN	diff	Std.Err	t	P
<50	3.38	1.81	1.56	0.53	2.94	0.002
50-199	4.54	2.22	2.32	0.533	4.35	0.0000

Tableau 14. Estimateurs d'appariement: Effet moyen du traitement sur les traités (ATT ou ATET) selon la taille de l'entreprise

Tab.14a. Taille <50

INDTIC	Coef.	AI Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ATET PMN (1 vs 0)	1.2607	.5859811	2.15	0.031	.1121976	2.409202

Tab. 14b. Taille de 50 à 199

INDTIC	Coef.	AI Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ATET PMN (1 vs 0)	1.193159	.6211086	1.92	0.055	-.0241918	2.410509

aussi que l'effet du PMN sur l'adoption des TIC dans le cas des petites entreprises est légèrement supérieur que dans le cas de moyennes entreprises, soit une

augmentation moyenne de 1,26 technologies pour les entreprises de petite taille contre 1,193 pour leurs homologues de moyenne taille. On en déduit que 79% et 51% de l'écart de moyenne d'adoption des TIC entre les entreprises copilées et celles non copilées s'expliquent par le PMN pour les petites entreprises et pour les moyennes, respectivement. Ce résultat s'avère important. Etant donné les faiblesses structurelles des petites entreprises, ces dernières ont besoin, beaucoup plus que les moyennes entreprises, d'une assistance financière pour décider d'investir dans les TIC. D'après notre analyse, on peut constater que sans le PMN, la fracture numérique entre les petites et les moyennes entreprises serait constamment plus profonde qu'elle ne l'est réellement. Pour les entreprises de grande taille la composition de notre échantillon, comme nous l'avons susmentionné, ne nous permet pas d'estimer l'effet du PMN.

5. PMN, diffusion des TIC et disparité régionale

- ***Facteurs déterminants de l'adoption des TIC selon la région d'implantation de l'entreprise***

Les résultats des régressions logistiques faites sur quatre sous-échantillons relatifs à la localisation géographique des entreprises sont présentés au tableau (15). Ils font ressortir que le programme de mise à niveau a un effet positif et significatif sur le niveau d'adoption des TIC dans les entreprises localisées dans le Grand Tunis, le Nord-est et le Centre-est du pays. Le PMN n'a pas, toutefois, d'effet significatif sur la diffusion de ces technologies dans la région intérieure.

La taille de l'entreprise n'est déterminante dans le processus de numérisation que pour le cas des entreprises localisées dans le Nord-est et la région intérieure. Cela peut être expliqué par le fait que les PME localisées au Grand Tunis et au Centre-est ont pu surmonter leur désavantage en matière de diffusion des TIC par la dotation de ces sites en ressources (fournisseurs TIC, entreprises de services aux entreprises, centres d'appui, centres de formation, densité relationnelle, université, étudiants stagiaires en TIC,...) permettant d'aider les PME à adopter et utiliser efficacement les TIC. Pour la région intérieure, ce sont les entreprises ayant un niveau de capital humain élevé et une forte capacité innovatrice qui sont les plus équipées en TIC. Les entreprises qui investissent dans la RD sont toutefois moins utilisatrices des TIC. En outre, et ce qui est particulièrement inquiétant, c'est que

pour la région intérieure, contrairement aux autres régions, les innovations organisationnelles et l'investissement dans les TIC ne sont plus corrélées. Autrement-dit, dans la région intérieure, les entreprises utilisant intensivement les TIC investissent faiblement en matière d'innovations organisationnelles, ce qui va limiter le profit à tirer de leur investissement en TIC et accentuer encore les inégalités régionales.

Pour le Centre-est, l'adoption intensive des TIC est déterminée par l'appartenance de l'entreprise à un groupe, la RD, le nombre de partenaires et les innovations organisationnelles. La capacité d'absorption et les innovations organisationnelles

Tableau 15. Déterminants de l'adoption des TIC selon la région : coefficients d'estimations et <i>p-value</i> entre parenthèse				
	GTUNIS	NEST	CEST	RINT
PMN	1.284 (0.045)	1.041 (0.246)	1.087 (0.036)	0.667 (0.409)
Taille		0.603 (0.237)		0.990 (0.031)
GROUPE	0.852 (0.091)	-1.137 (0.393)	0.620 (0.232)	
EDUCATION	0.015 (0.125)	0.047 (0.002)		0.087 (0.009)
FORMATION		1.207 (0.190)		1.240 (0.137)
INTENSINNOV		0.944 (0.036)		0.563 (0.036)
RD	0.901 (0.086)		0.842 (0.202)	-1.645 (0.053)
NBPARTENAIRES	0.244 (0.024)	0.470 (0.149)	0.203 (0.143)	
IO	0.398 (0.000)	0.344 (0.048)	0.312 (0.015)	
X	-2.421 (0.390)			-0.087 (0.009)
χ^2	2.742 (0.297)			
N	77	39	70	46
Pseudo R2	0.186	0.309	0.133	0.195
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
* Les statistiques sont corrigées pour tenir compte de l'hétéroscédasticité au moyen de la méthode Huber-White * Les valeurs en gras sont statistiquement significatives à au moins 25%: <i>p-value</i> < 0.25 comme l'ont recommandé Mickey et Greenland (1989) et Battisti et al. (2009) pour le cas des régressions logistiques * les cases vides : variables non significatives éliminées par la méthode rétrograde * les interceptes sont non présentés dans le tableau				

jouent aussi un rôle important dans l'informatisation des entreprises de Grand Tunis et du Nord-est.

- **L'effet du PMN sur l'intensité d'adoption des TIC selon la région d'implantation de l'entreprise: résultats de l'effet moyen du traitement**

Tableau 16. Estimateurs naïfs de la différence des moyennes d'adoption des TIC selon la région

	Ech. PMN	Ech. Contrôle	Diff.	Std.Err.	t	P
GTUNIS	4.787	1.838	2.948	0.659	4.468	0.0000
NEST	4.619	2.315	2.30	0.823	2.796	0.004
CEST	4.916	3	1.916	0.769	2.485	0.007
RINT	3.04	1.454	1.58	0.729	2.177	0.0174

Tableau 17. Estimateurs d'appariement: Effet moyen du traitement sur les traités (ATT ou ATET) selon la région

Tab.17.a. GTUNIS

INDTIC	Coef.	AI Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
ATET PMN (1 vs 0)	1.943483	.8285185	2.35	0.019	.3196167 3.56735

Tab.17.b. NEST

INDTIC	Coef.	AI Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
ATET PMN (1 vs 0)	1.782011	.7505789	2.37	0.018	.3109039 3.253119

Tab.17.c. CEST

INDTIC	Coef.	AI Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
ATET PMN (1 vs 0)	1.551136	.6880357	2.25	0.024	.2026112 2.899662

Tab.17.d. RINT

INDTIC	Coef.	AI Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
ATET PMN (1 vs 0)	.9117711	.9423051	0.97	0.333	-.935113 2.758655

Les covariables utilisées pour l'appariement sont issues des régressions logistiques correspondant aux quatre régions (GTUNIS, NEST, CEST, RINT. L'effet moyen du traitement est présenté dans le tableau (17). Il montre que les PMN n'a aucun effet sur l'investissement dans les TIC pour les entreprises implantées dans la région intérieure (effet non significatif, $P= 0,333$). Ces entreprises préfèrent donc investir dans d'autres champs autres que les TIC. En revanche, pour le cas des trois autres régions, le PMN a un effet significatif et positif sur le niveau d'adoption des TIC par les entreprises copilées. Avec une augmentation moyenne de 1.94 technologies parmi les entreprises copilées, Grand Tunis est la région qui a le plus bénéficié du PMN, suivi par le NEST (ATET= 1,78) et le CEST (ATET= 1,551). Etant donné les spécificités structurelles et institutionnelles des régions, avec une telle tendance, le PMN risque d'accentuer, au lieu de réduire, la fracture numérique et la marginalisation, plus particulièrement, de la région intérieure.

VI. Implications en termes de politique économique

1. Dysfonctionnement du processus productif tunisien : l'investissement dans les TIC comme solution incontestable

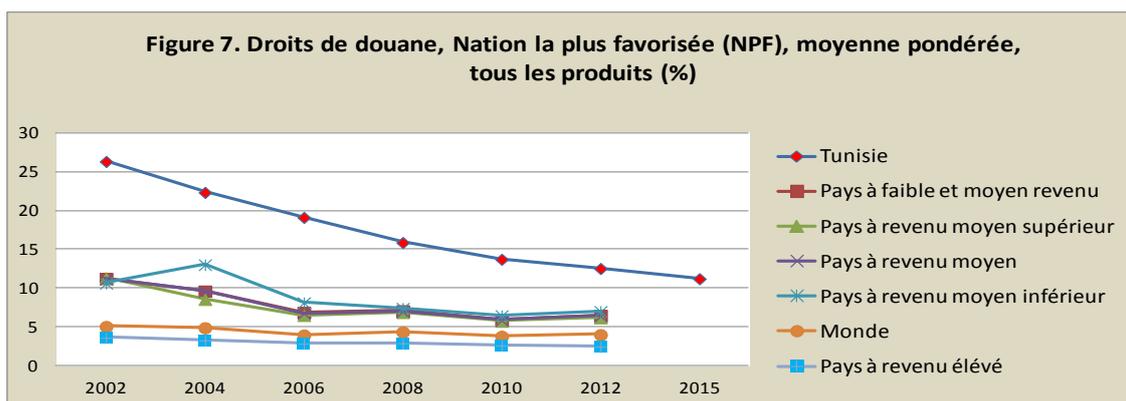
Pour réussir la transition vers l'économie de la connaissance et de l'innovation, il faut aller au-delà d'un simple diagnostic des problèmes économiques de la Tunisie, il importe de commencer une thérapie avec une vision claire qui traduit l'aspiration collective des tunisiens du devenir de leur pays. En effet, il y a un consensus général parmi les analystes et les organismes internationaux, selon lequel l'économie tunisienne est tombée dans les trappes d'une « double mauvaise spécialisation » en termes de produits et de marchés, ainsi que d'une discontinuité dans le processus de production. Par conséquent, il en résulte une absence relative (dans le temps et dans l'espace) de la compétitivité, traduite par la montée du chômage, de la pauvreté et des inégalités, et par une balance commerciale en perpétuel déficit (Banque mondiale, 2014 ; Ben Khalifa, 2013).

Du côté des produits, les exportations tunisiennes, particulièrement pour le cas des entreprises offshore, sont concentrées sur un nombre réduit d'articles de secteurs en déclin sur le marché mondial et à faible valeur ajoutée. La part des exportations des biens High-tech dans les exportations totales des biens manufacturiers bien

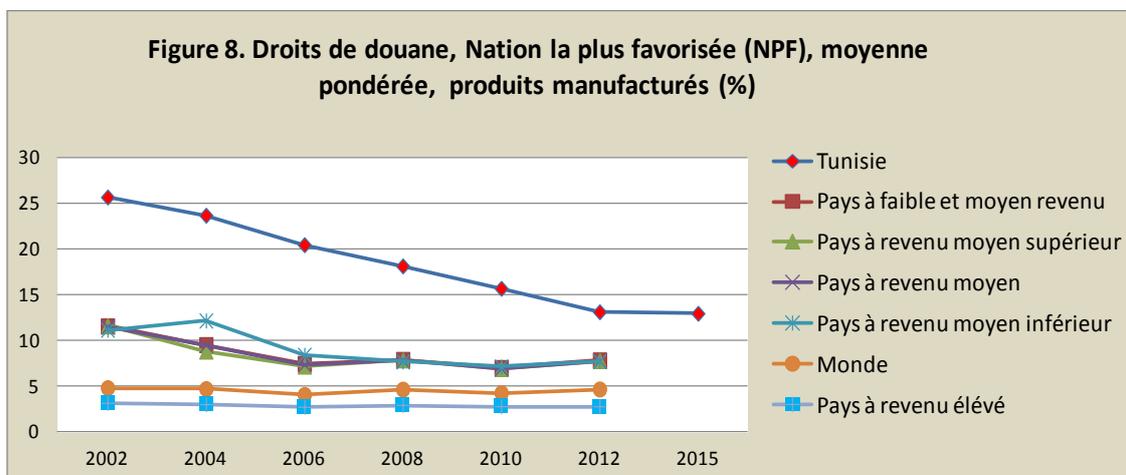
qu'elle soit en évolution, est encore de loin inférieure à celle des pays concurrents et plus généralement de la moyenne mondiale et de celui des pays à faible et moyen revenu (figure 6).



Source: Compilation de l'auteur à partir du World Development Indicators, WDI 2017,



Source: Compilation de l'auteur à partir du World Development Indicators, WDI 2017,



Source: Compilation de l'auteur à partir du World Development Indicators, WDI 2017,

Les entreprises tunisiennes, particulièrement dans les secteurs d'habillement et de chaussures, n'ont pas aussi réussi à développer des produits compétitifs et cela même sur le marché national et sont devenues victimes des produits bon marché venant de l'extérieur. En outre, un nombre de marques des secteurs d'habillement et de chaussures reconnus par les tunisiens comme des marques de distinction dans les années 1990, au lieu de s'internationaliser, ont perdu leur image et leur compétitivité sur le marché local, suite à l'ouverture internationale, au profit des marques prestigieuses étrangères. Pourtant, un pays concurrent comme la Turquie a réussi à se positionner sur le marché tunisien avec des marques internationales, pratiquant des prix, trois et quatre fois, plus chers que des marques internationales prestigieuses.

Du côté des marchés, les exportations tunisiennes sont fortement concentrées (80 % des exportations) sur le marché de l'Union Européenne (notamment la France, l'Italie, et l'Allemagne) qui croît avec un rythme plus lent que la moyenne mondiale (Banque Mondiale, 2008). De même, pour le cas des importations, la Tunisie maintient des tarifs des NPF (nations les plus favorisées) à un niveau élevé sur des produits bon marché (figures 7 et 8) contre des tarifs faibles et même nuls sur des produits plus chers provenant de l'UE (70% des importations tunisiennes), ce qui engendre un manque à gagner pour le pays (Banque Mondiale, 2008 ; Ben Khalifa, 2013).

Cette dépendance traduit aussi la concentration des investissements directs étrangers en Tunisie, dont les pays d'origine sont essentiellement les trois partenaires susmentionnés. Même dans cette rubrique, l'IDE n'a pas dépassé en moyenne les 3% du PIB et l'attractivité de la Tunisie est en dégradation continue. Celle-ci est loin d'être le fait de la révolution 2011 et de l'instabilité sociopolitique, puisque dès le début de ce siècle les flux d'IDE croissent avec un rythme nettement lent par rapport aux pays concurrents, notamment le Maroc et la Turquie (Ben Khalifa, 2013). Ce ralentissement des IDE s'explique alors par au moins deux raisons qui n'ont aucune relation avec la conjoncture actuelle. La première est que les IDE dirigés vers la Tunisie sont motivés par la recherche des externalités pécuniaires (main d'œuvre bon marché et avantages fiscaux). Des réformes incitatives semblables dans les autres pays ont relativisé l'avantage comparatif détenu par la Tunisie comme en témoigne la chute des IDE dans le secteur du textile et

d'habillement. La deuxième concerne le climat des affaires caractérisé par la montée importante de la corruption et l'interventionnisme des proches du pouvoir dans l'économie, causes principales du mécontentement de la population tunisienne et de la révolution 2011.

Le tissu industriel tunisien est aussi victime d'une discontinuité dans le processus de production. En effet, la stratégie de développement des industries de substitution à l'importation dans les années 1960 conjuguée avec une stratégie de promotion des industries d'exportation dans les années 1970 était limitée aux marchés extrêmes de l'amont et de l'aval et non plus aux marchés intermédiaires de l'ensemble des filières. L'insertion dans la dynamique de l'ouverture internationale dans les années 1990 a fait renforcer encore le développement du secteur offshore, basé sur la transformation et l'assemblage des produits semi-finis provenant des partenaires européens, favorisant ainsi l'industrialisation en aval. Cela produisait une discontinuité dans le processus de production, car plusieurs chainons intermédiaires n'ont pas été créés. Cette défaillance au niveau de la production des biens intermédiaires a constitué l'une des causes du blocage du développement et sources de fuites des bienfaits de la croissance en Tunisie (IEQ, 1996).

A partir de cette analyse, la question qui ne manque pas d'être posée est la suivante: quel rapport de ce que nous venons d'exposer avec la diffusion des TIC et le programme de mise à niveau ? Pour répondre à cette question, revenons un peu en arrière à nos principaux résultats des analyses descriptives.

L'analyse descriptive (section 2) montre qu'en termes absolus, le niveau de diffusion des TIC, surtout pour les technologies les plus avancées, est encore faible. Elle montre aussi une faible diffusion des « best practices » du nouveau paradigme technoéconomique basé sur les TIC comme les pratiques organisationnelles innovantes, le capital humain et la RD. Cette faible diffusion des « best practices » et des facteurs-clés relatifs au nouveau paradigme technoéconomique basé sur les TIC explique alors l'incapacité de la Tunisie de remédier aux anomalies identifiées plus haut et de continuer d'être encore victime de ses choix stratégiques et des erreurs en accumulation depuis les années 1960 jusqu'à nos jours. Elle montre aussi que la transition vers un régime de croissance basé sur la connaissance et l'innovation est loin d'être recherché dans des programmes isolés comme celui du programme de mise à niveau. Cela ne veut pas dire que ces programmes, en particulier le PMN,

n'ont pas d'importance, mais plutôt c'est la philosophie ultralibérale (voir paragraphe ci-dessous) qui domine encore les réflexions sur le développement économique qui devra être revisitée. Autrement dit, pour entrer dans une économie de la connaissance basée sur les TIC, « *il vaut mieux penser le changement que de changer le pansement*⁴ ».

En effet, les partisans du « laissez-faire » (Wallsten, 2002 ; Piazzolo, 2001 ; Dasgupta et al., 2001; Quah, 1999) supposent que les TIC se diffusent selon un processus hiérarchique (des plus riches aux plus pauvres, des centres aux périphéries, des grandes entreprises aux petites entreprises, etc.) qui ne demande pas l'intervention de l'Etat. Avec le temps, les prix de ces technologies vont baisser et la diffusion se généralisera comme c'est le cas pour la TV, le réfrigérateur,... Donc, les politiques de subvention ne sont non plus à la marge de cette école de pensée. Au contraire, les subventions sont accordées pour atténuer l'effet hiérarchique et diminuer les coûts d'accès aux TIC, afin d'accélérer le processus de diffusion de ces technologies. Or, nos analyses économétriques montrent, conformément à la littérature théorique et empirique (section 2), que la diffusion des TIC dans le tissu industriel tunisien est déterminée non seulement par l'effet hiérarchique (effet de taille de l'entreprise, par exemple) et par les subventions (PMN), mais aussi par la capacité d'absorption de l'entreprise et les innovations organisationnelles qui ne relèvent pas du jeu du marché, mais des capacités des entreprises et des régions à apprendre, à innover et à se transformer (Cohen & Levinthal, 1990, Florida, 1995).

Donc, l'intervention de l'Etat ne doit pas se limiter à définir une politique purement diffusionniste qui s'attache à mettre en place les infrastructures liées aux TIC, d'agir sur les coûts des TIC par les subventions et à sensibiliser les agents à investir dans les TIC et dans les actifs complémentaires. Cela suppose, en plus de la politique de subvention, une **politique d'accompagnement basée sur la prestation de services de proximité plus complexes qui nécessite, à notre avis, l'implantation dans tout l'espace national de nouveaux organismes publics d'appui spécialisés dans la diffusion et l'appropriation des TIC**. L'Etat doit aussi **revisiter les conditions d'octroi des subventions** d'une manière à favoriser l'investissement combiné dans les TIC, le changement organisationnel et le capital humain pour accroître le niveau de leur appropriation et limiter les effets contre-productifs de

⁴On doit cette citation à Francis Blanche, Acteur et fantaisiste français (1921-1974).

l'investissement isolé dans l'un de ces domaines. Une telle politique ne permet pas seulement de rajeunir le tissu industriel, de monter dans la spécialisation technologique et d'améliorer la valeur ajoutée, mais aussi de stimuler la demande locale pour les services TIC et par conséquent le développement d'un secteur TIC compétitif, l'une des priorités de la Tunisie depuis la fin des années 1990.

2. L'exemple du Portugal : les TIC comme moteur d'innovation, de montée dans la spécialisation technologique et d'augmentation de la valeur ajoutée

Pour ceux qui ne croient pas aux capacités des TIC à résoudre les problèmes économiques évoqués plus haut, il est intéressant de rappeler que l'accroissement de la performance économique ne passe pas obligatoirement par la spécialisation dans les activités high-tech, comme nous l'avons déjà mentionné dans l'introduction de cette étude. Le Danemark est parmi les pays les plus développés, pourtant il ne dispose pas d'industries à intensité technologique élevée (Lam, 2002 ; Haudeville, 2009). Au contraire, il a des industries traditionnelles, mais très compétitives à l'échelle mondiale comme l'industrie du meuble. On rappelle aussi que des entreprises multinationales dans le textile et l'habillement ont des valeurs boursières et des chiffres d'affaires qui dépassent le PIB de plusieurs pays en développement. Ainsi, Inditex par sa marque Zara (Espagne), H&M (Suède) et Fast Retailing (Japon) font ensemble en 2015 une capitalisation boursière de l'ordre de 200 Milliards d'euro, un chiffre d'affaires de 44 Milliards d'euro et 255.000 salariés⁵ et les exemples ne manquent pas, dans d'autres secteurs traditionnels, pour en douter de leur potentiel à tirer la croissance économique, à diminuer la pauvreté et à créer de l'emploi.

Un autre exemple plus parlant, c'est celui du Portugal qui a réussi de faire de l'industrie des chaussures un des leaders mondiaux en se basant sur les technologies de production flexibles associées aux TIC et à l'innovation, après une longue période de crise (1994-2009) caractérisée par la destruction des entreprises et des emplois du fait de la concurrence des pays asiatiques, particulièrement la Chine (Marques & Geudes, 2015). Ce processus d'automatisation de l'industrie de cuir et de chaussures a fait émerger à partir de la deuxième moitié des années 1990 de nouvelles industries, d'envergure internationale, spécialisées dans les

⁵ <http://www.capital.fr/bourse/actualites/a-100-milliards-d-euros-zara-creve-le-plafond-mais-gare-a-h-m-et-uniqlo-1062635>

technologies de production flexibles et le software, et le Portugal devient, aujourd'hui, l'exportateur de ces moyens de production, ainsi que dans d'autres industries d'automatisation. Des marques internationales reconnues à l'instar de l'entreprise Nike utilisent par exemple des systèmes de production flexibles et des logiciels spécifiques produits par des nouvelles entreprises portugaises comme CEI, Lirel, TECMACAL, Silva Ferreira (pour les machines automatisées), Mind, Expandindustria, INOCAN, WowSystems and Oficina de Soluções (dans le software).

Cet exemple Portugais, qui nous semble convaincant, est riche d'enseignements tant pour les entrepreneurs et les managers d'entreprises que pour les décideurs politiques tunisiens. Il montre comment et selon quelle vision les TIC pourraient constituer une arme stratégique permettant de revaloriser les industries traditionnelles, de monter dans la spécialisation technologique et développer les chainons intermédiaires qui font défaut au système productif, de créer de nouveaux marchés et de diversifier la gamme de produits, principaux défis de l'économie Tunisienne.

L'exemple portugais nous invite aussi à revoir l'acceptation actuelle de la notion de productivité. Ainsi, l'idée générale qui associe l'automatisation, du fait de la substitution de la machine au travail manuel, à des gains importants en matière de productivité physique (quantité produite par travailleur), n'a pas été vérifiée. Les gains de productivité réalisés par l'industrie de chaussures portugaise, durant la période 1991-2010, n'étaient pas le résultat d'une hausse de la productivité physique, qui a connu une légère augmentation, mais plutôt de l'augmentation de la valeur de la productivité physique (la valeur de la quantité produite par travailleur) du fait de l'amélioration de la qualité et de la différenciation par rapport à la concurrence, elle a doublé entre 1991 et 2010 et se classe ainsi la deuxième plus grande valeur dans le marché mondial après l'Italie (*APICCAPS, 2011*).

Il nous montre que, dans des industries traditionnelles, l'amélioration de la productivité passe moins par une implication accrue des travailleurs, comme c'est le cas dans les discours actuels, que par l'investissement dans les nouvelles technologies de production, la RD et l'innovation. Cet investissement permet non seulement l'accroissement de la productivité physique (quantité produite par travailleur), mais surtout de la valeur de la quantité produite par travailleur.

L'accroissement de la valeur de la productivité physique conduit à l'amélioration des rémunérations et des conditions du travail des employés, ce qui va à son tour accroître leurs implications et motivations, et par conséquent leur productivité et leur créativité.

Au contraire, la non ou la faible évolution de la valeur de la productivité (comme c'est le cas pour les entreprises tunisiennes), due au faible investissement dans les TIC et l'innovation, pousse, pour le cas du secteur offshore, les entreprises à jouer sur les coûts et les conditions de production (gel des salaires et précarité du travail), afin de répondre au pouvoir accru des donneurs d'ordre internationaux. En effet, ces derniers, en se basant sur les TIC, ont réussi à mettre en place des systèmes de production en temps réel qui, mettant systématiquement en concurrence les usines de tout le globe, ils les obligent à réduire leurs délais de production et à s'aligner sur les prix les plus bas possibles (Vedel, 2002). Donc, les TIC n'offrent pas seulement des opportunités pour les pays en développement en général et pour la Tunisie en particulier, mais aussi des nouveaux défis et de nouveaux risques de marginalisation (Ben Khalifa, 2013). Pour le cas des entreprises onshore, en plus de ces politiques de coût, elles vont jouer aussi sur le prix de leurs produits (vers la hausse), ce qui va engendrer une hausse de l'inflation, une diminution de la productivité et de la compétitivité, une diminution de la consommation et du volume global de la production et donc la montée du chômage et de la pauvreté.

Par conséquent, au lieu de se concentrer sur le développement trop risqué des nouvelles technologies, la Tunisie, aux ressources financières rares, doit aujourd'hui s'intéresser à **accroître sa capacité d'absorption des technologies étrangères**. Un tel choix permet, à l'instar des pays du Sud Est asiatique et du Portugal, de monter progressivement dans la spécialisation technologique en suivant certaines étapes (Haudeville, 2009): (i) améliorer les produits, (ii) améliorer les techniques de production (nouvelles technologies et nouvelles pratiques organisationnelles), (iii) favoriser l'entrée à de nouveaux segments plus promoteurs de la chaîne de la filière en intégrant de nouvelles fonctions (marketing, services après vente, distribution, conception, dessin) ou en prenant pied sur certains segments en amont ou en aval (passage de la production de certains composants d'un produit final à l'assemblage de tout le produit ou l'inverse) et (iv) permettre la valorisation et le transfert des expertises d'une filière à une autre. De même, la spécialisation dans les nouvelles

technologies ne doit pas être visée comme un objectif en soi, comme c'est le cas pour la Tunisie aujourd'hui, mais plutôt comme réponse aux besoins des industries déjà existantes : c'est l'exemple des technologies software spécifiques développées par les portugais pour l'industrie de chaussures ou le cas des biotechnologies pour l'industrie pharmaceutique, l'industrie de la pêche et autres.

De même, pour réduire sa dépendance vis-à-vis de l'occident et atténuer les disparités régionales, la **Tunisie doit s'orienter vers l'orient et l'Afrique** pour relativiser d'une part les avantages comparatifs des régions côtières plus proches des partenaires actuels, et d'autre part l'avantage technologique de ces derniers. Cette réorientation est aussi nécessaire pour renforcer la capacité innovatrice, la compétitivité et l'intégration du pays dans l'économie mondiale, et surtout pour doper l'investissement domestique à vocation exportatrice, afin de diminuer le chômage, la pauvreté, le gel des salaires et la précarité du travail, car c'est dans ces espaces et non pas dans les pays développés où le taux de croissance de la demande est aujourd'hui le plus élevé.

C'est avec une telle stratégie de diversification en termes de produits et de partenaires que la Tunisie pourra intensifier la diffusion des TIC et surtout leur retombées en termes de performance économique. Cette stratégie résulte d'une variété de forces structurelles qui dépassent largement les frontières de l'entreprise. *« Une vaste communauté inter-organisationnelle constituée de l'ensemble des concepteurs et gestionnaires du système technologique, de gestionnaires impliqués dans l'investissement ou l'utilisation des TIC, de chercheurs universitaires, des adopteurs, des vendeurs et prestataires de services sur le marché, des organismes réglementaires, ... réfléchit au sens à assigner aux nouveaux outils. Ils définissent une "Vision Organisante"(VO) qui correspond à "une idée focale de la communauté pour l'application des technologies de l'information au sein de l'organisation" »* (Vaujany, 1999, p. 9). La vision organisante (VO) va constituer une *« trame conceptuelle, une image sensible de l'innovation, qui indique pour quels usages elle est adaptée, comment elle fonctionne, dans quelles conditions elle peut être utilisée au mieux, les changements organisationnels qu'elle implique, et comment elle doit être mise en œuvre »* (Vaujany, 1999, p. 9).

Ainsi, dans le cadre de l'économie de la connaissance, une large diffusion et une réelle appropriation des TIC supposent, à notre avis, que **« les acteurs de**

développement (publics et privés) appréhendent les TIC en tant que technologies génériques, interactives et de travail coopératif permettant l'échange de l'information et de la connaissance, l'élargissement du fonctionnement réticulaire et l'amélioration de la compétitivité en termes d'innovation (de produits et de procédés) et de création de nouveaux marchés internationaux ».

3. Des faibles capacités innovatrices et entrepreneuriales et une dépendance vis-à-vis de l'Occident enracinées dans l'histoire

John Maynard Keynes préconise qu'un économiste « *doit étudier le présent à la lumière du passé afin d'éclairer le futur* ». Donc, en jetant un coup d'œil rétrospectif (en se référant aux travaux de El Menchari, 1999 ; Boubaker, 1999 ; Sebag, 1989 ; Binous et al., 1985) sur le sentier de développement de la Tunisie, on voit que la dépendance à l'égard de l'occident (surtout la France et l'Italie) et la spécialisation dans les produits à faible valeur ajoutée sont très anciennes ; et la Tunisie (au moins depuis la conquête ottomane au XVI^{ème} siècle.) n'a jamais été le maître de son espace maritime occidental. Ses exportations, contrairement à ses importations, ont été toujours basées sur des produits non stratégiques et non compétitifs et assurées par des commerçants, des fonds et des navires occidentaux. De même, cette analyse historique montre une faiblesse flagrante, au niveau du pays, dans les capacités nationales en matière d'innovation et d'entrepreneuriat. Ainsi, au XVII^{ème} siècle, l'industrie la plus importante était celle des bonnets de laine (ou chéchias) développée essentiellement par les Andalous chassés de l'Espagne (Binous et al., 1985 ; Boubaker, 1999). Ce sont aussi des Andalous qui ont introduit les techniques et les procédés de fabrication des bonnets espagnols renommés et font des chéchias tunisiens un produit bien apprécié en Tunisie et dans plusieurs pays méditerranéens. Au XVII^{ème} siècle, l'industrie était dominée par les fabricants Andalous. La partie de production la plus importante était exportée vers les pays méditerranéens grâce aux marchands marseillais et livournais. Ces derniers approvisionnèrent les bonneteries en matières premières (laines et colorant), généralement, à crédit en majorant leurs prix de vente. Pour les rembourser, les bonneteries préfèrent leur vendre leurs produits tout en réduisant leur prix de vente. Ainsi, plusieurs fabricants tombaient en dépendance vis-à-vis des marchands

étrangers en matière d'approvisionnement et de commercialisation de leurs produits (Sebag, 1989).

Outre l'industrie des bonnets, on trouve l'industrie du textile (tissage de laine, de la soie, du coton et du lin, teinture des filés et des tissus, habillement). Ici aussi les Andalous ont joué un rôle important dans le développement de l'industrie de soie (safsari, jubba, shan ou Taqrita). Ils ont encore contribué à développer l'industrie de céramique (carreaux de faïence, polychrome, vases vaisselle, poterie) en introduisant des nouvelles techniques sur certains produits (poterie vernissé).

A partir de cette analyse historique, nous pouvons comprendre à quel point les dysfonctionnements dans l'économie tunisienne, c'est-à-dire la forte dépendance vis-à-vis de la France et de l'Italie d'une part, et les faibles capacités innovatrices et entrepreneuriales (y compris l'investissement dans les TIC et les actifs complémentaires) d'autre part, sont enracinées dans l'histoire. L'explication de ce dysfonctionnement ne peut pas donc être associée aux seuls choix et erreurs politiques et économiques constatés ces dernières décennies. Ces dysfonctionnements trouvent aussi leur origine dans des facteurs socioculturels profondément enracinés dans l'histoire du pays, qui demandent une prise de conscience politique de cette réalité, une volonté politique, une vision stratégique et du temps pour les résoudre.

4. Fracture numérique : une nouvelle dimension qui s'ajoute aux inégalités régionales

Nos analyses empiriques montrent que la diffusion des TIC est loin d'être homogène, mais elle suit une logique hiérarchique, c'est-à-dire des régions riches vers les régions pauvres. Aux inégalités régionales existantes s'ajoute alors une nouvelle dimension liée à la fracture numérique qui distingue ceux qui ont bénéficié de l'économie numérique et de ses retombées de ceux qui en sont exclus. Donc, les autorités publiques doivent intervenir pour accélérer le processus de diffusion et diminuer les écarts d'adoption entre les entreprises ainsi que les régions dans des délais raisonnables, et de ne pas confier au marché la résolution de cette fracture numérique. L'intervention de l'Etat est ici justifiée par le fait que le processus de diffusion des TIC en Tunisie est déterminé, comme nous l'avons mentionné plus haut, par les capacités d'absorption et les capacités innovatrices des entreprises qui

ne relèvent pas du jeu du marché, mais des capacités des entreprises et des régions à innover et à se transformer (Cohen & Levinthal, 1990 ; Florida, 1995).

Par ailleurs, la question de diffusion et d'appropriation des TIC dépasse les stratégies individuelles des entreprises (Cornford et al., 2006, Florida, 1995) et implique la dotation à l'échelle régionale d'une masse critique de ressources clés (infrastructures, fournisseurs des TIC, institutions financières, centres de production et de transfert technologique, organismes d'appui, main d'œuvre qualifiée, universités, pépinières, centres de formation, etc.) sur lesquelles les entreprises doivent s'appuyer (Ben Khalifa, 2013 ; Karlsson et al., 2010 ; Cornford et al., 2006). Les disparités régionales en matière de diffusion des TIC reflètent, en grande partie, les inégalités déjà existantes en matière de ces ressources clés. Pour réduire ces inégalités numériques, l'Etat doit alors coopérer avec les acteurs privés et les collectivités locales, afin de favoriser le développement de ces ressources indispensables à l'entrée de toute région dans l'économie de la connaissance et de l'innovation. Il faut **pousser, également, la décentralisation et revisiter le cadre réglementaire** de manière à permettre aux collectivités locales, aux acteurs de développement privés et à la société civile de s'impliquer davantage dans l'investissement en TIC et dans la production des ressources clés de l'économie de la connaissance.

5. La région : lieu de transformation et de transition vers l'économie de la connaissance

Des travaux un peu anciens démontrent que la dimension inter-organisationnelle caractérisant la « Vision Organisante » (définie plus haut) dont dépend la diffusion et l'appropriation des TIC se différencie selon les contextes sociétaux (Maurice et al., 1982 ; Giddens, 1984). Donc, il faut quitter la politique actuelle de diffusion à vocation universelle (s'il y a vraiment une politique) vers une **politique régionale** qui prend en considération les spécificités **socio-institutionnelles** et **techno-économiques** de chaque région. En outre, le fait que la connaissance devient la ressource fondamentale dans la nouvelle économie de la connaissance, l'apprentissage constitue alors le processus le plus important. Or, l'apprentissage est un processus interactif et collectif, alors celui-ci est loin d'être le fait d'une firme solitaire qu'entre les firmes, entre les firmes et les consommateurs, entre les firmes et autres institutions publiques et privées et entre les firmes et la société civile. Dans

cette perspective, un tel apprentissage est supposé être plus efficient et mieux institutionnalisé à l'échelle locale ou régionale (Cornford et al., 2006). Par conséquent, la région est vue comme l'élément clé de la transformation et la transition vers l'économie de la connaissance (Cornford et al., 2006). Le niveau régional est vu aussi comme le niveau qui offre le plus de garanties pour toute division des structures de gouvernance visant à promouvoir l'apprentissage dans une économie de la connaissance basée sur les TIC (Boekema et al., 2000).

Ces processus d'apprentissage n'ont pas, toutefois, les mêmes rythmes ni les mêmes effets sur tous les territoires, mais ils dépendent en plus de leur ressources initiales, de l'ampleur du « lock-in » (verrouillage) et du « path dependency » (sentier de dépendance) de chaque territoire (OCDE, 2001 ; Hassink, 2004 ; Laperche et al., 2010 ; Laperche et Uzunidis, 2011). Ces lock-ins qui entravent le développement de toute région peuvent prendre trois formes (Grabher, 1993). La première est associée à une forte dépendance des sous-traitants vis-à-vis des grandes entreprises (donneurs d'ordres) et un faible niveau dans leur diversification. La deuxième est liée à une vision particulière du monde (des représentations) qui confond entre ce qui est structurel et ce qui est conjoncturel et qui inhibent les comportements d'adaptation au changement. La troisième est liée à un tissu institutionnel qui essaye de préserver le modèle industriel existant et de ralentir la restructuration industrielle et entrave par conséquent le potentiel de développement endogène et de créativité. En effet, *« il n'y a point d'entreprise plus difficile à conduire, plus incertaine quant au succès, et plus dangereuse que celle d'introduire de nouvelles institutions. Celui qui s'y engage a pour ennemis tous ceux qui profitaient des institutions anciennes, et il ne trouve que de tièdes défenseurs dans ceux pour qui les nouvelles seraient utiles »*, Machiavel (1515, p. 28). Maskell et Malmberg (1999) distinguent les « bonnes » et les « mauvaises » régions par leur capacité de « un-learn » (désapprendre) qui permet de détruire les institutions passées qui représentent aujourd'hui un obstacle au futur développement.

La transition de tout pays vers l'économie de la connaissance est donc tributaire de la transition de leurs régions, qui dépend elle-même de la capacité des acteurs de développement régionaux à renouveler leurs institutions et à développer une vision et une stratégie de développement régionales permettant de bénéficier pleinement des bienfaits des TIC. Une stratégie nationale de transition vers l'économie de la

connaissance reste toutefois d'une importance cruciale. Elle doit veiller à développer et renforcer les quatre piliers de l'économie de la connaissance à savoir : l'infrastructure des TIC, le système éducatif et de formation professionnelle, la RD et l'innovation et le régime institutionnel (voir Ben Khalifa, 2015 pour une analyse détaillée). Elle doit veiller aussi à doter les régions défavorisées par les ressources nécessaires pour bâtir des stratégies de développement basé sur les TIC et un avenir plus certain. A cet égard, il faut savoir résoudre le dilemme équité/efficacité associé à l'investissement public. En effet, l'équité impose à l'Etat d'investir dans les régions pauvres et marginalisées alors que l'efficacité exige de l'Etat de favoriser le développement des grandes métropoles. On doit rappeler ici que le XI^{ème} Plan de Développement Economique et Social, ainsi que le Schéma Directeur d'Aménagement de Territoire National (SDATN) et la Stratégie Urbaine élaborés à la fin des années 1990 ont fixé comme stratégie de faire de Tunis une métropole internationale et de Sfax et Sousse deux métropoles régionales, supposées être les plus capables de faire face à la concurrence internationale et aux exigences de l'économie de la connaissance. C'est la conjonction des politiques à vocation **nationale, régionale et sectorielle** qui permettra à la Tunisie de quitter alors le modèle de développement actuel vers un nouveau modèle de développement basé sur les TIC, la connaissance et l'innovation.

Conclusion

Dans ce travail, nous avons étudié l'impact du programme de mise à niveau sur l'intensité d'adoption des TIC, ainsi que l'impact de quatre groupes de facteurs relatifs aux quatre principales approches théoriques de diffusion de l'innovation validées dans les pays développés: les caractéristiques structurelles de l'entreprise, les capacités d'absorption, les caractéristiques organisationnelles et managériales et les effets épidémiques. Des modèles économétriques (modèles logistiques et modèles d'appariement) développés sur la base de ces approches théoriques ont été testés empiriquement sur un échantillon globale de 238 entreprises manufacturières, dont 140 sont des entreprises copilées, représentant tout le territoire tunisien. Pour mieux appréhender les facteurs déterminants du processus de diffusion des TIC en Tunisie, en particulier le rôle du PMN, nous avons aussi estimé nos modèles sur des sous-échantillons. La subdivision de l'échantillon total a été faite sur la base de quatre critères : entreprise copilées versus non copilées ; entreprises exportatrices

versus non exportatrices ; répartition selon la taille de l'entreprise et enfin répartition selon la localisation géographique.

Les analyses descriptives montrent, en général, que le niveau de diffusion des TIC dans les entreprises manufacturières interrogées, surtout pour les technologies les plus avancées, est encore faible. Elles montrent aussi une faible diffusion des « best practices » du nouveau paradigme technologique basé sur les TIC comme les pratiques organisationnelles innovantes, le capital humain et la RD.

Les analyses économétriques font ressortir trois principales conclusions. Une première conclusion, c'est que l'effet du programme de mise à niveau sur le processus de diffusion des TIC dans le tissu industriel tunisien n'est pas homogène, mais dépend des facteurs liés au marché, à la taille et à la localisation géographique de l'entreprise. Ainsi, le PMN a un impact positif et significatif sur l'intensité d'adoption des TIC pour le cas des entreprises exportatrices, les entreprises de petite et de moyenne taille et pour la région côtière. En revanche, pour le cas des entreprises non exportatrices et la région de l'intérieur, le PMN n'a aucun effet significatif sur le niveau de numérisation des entreprises manufacturières tunisiennes.

La deuxième conclusion, c'est que contrairement à ce qui est souligné par la littérature théorique et empirique, les entreprises exportatrices n'ont aucun avantage, par rapport à leurs homologues opérant sur le marché local, en termes d'intensité d'adoption des TIC. Au contraire, pour le cas des grandes entreprises et des entreprises non copilées, les entreprises totalement exportatrices ont moins de chances d'utiliser intensivement ces technologies que les entreprises partiellement ou non exportatrices. Cela s'explique par le fait que les entreprises totalement exportatrices fonctionnent généralement sous le régime de sous-traitance dans des activités traditionnelles et dont les besoins en connaissances techniques et scientifiques sont faiblement exprimés.

La troisième conclusion, c'est que le processus de diffusion des TIC dans les entreprises manufacturières tunisiennes est déterminé, en plus du PMN, par des facteurs d'ordre structurel, organisationnel, cognitif et régional. Loin d'être symétrique, le processus de diffusion des TIC en Tunisie est alors influencé par les spécificités et les caractéristiques hétérogènes des entreprises, ainsi que de leurs régions d'implantation. Donc, La diffusion des TIC se fait, principalement, selon un

processus hiérarchique, c'est-à-dire des grandes entreprises vers les petites et des régions riches vers les régions pauvres. Donc, aux inégalités régionales existantes s'ajoute une nouvelle dimension liée à la fracture numérique qui distingue les agents qui ont bénéficié de l'économie numérique et de ses bienfaits de ceux qui sont exclus.

Ces conclusions concernant l'état et les facteurs déterminants (particulièrement le PMN) de la diffusion des TIC dans le tissu industriel tunisien offre une base solide sur laquelle les acteurs de développement (publics et privés ; nationaux et régionaux) peuvent s'appuyer pour faire sortir la Tunisie de la trappe de la mauvaise double spécialisation (en termes de produits et de partenaires) et de la discontinuité dans le processus de production et la faire entrer dans l'économie de la connaissance et de l'innovation. Ainsi, dans une section consacrée à l'explication du dysfonctionnement de l'économie tunisienne et son rapport avec la diffusion des TIC, nous avons insisté sur le fait que la performance économique d'un pays en général et de la Tunisie en particulier et sa capacité d'entrer dans l'économie de la connaissance ne passe pas obligatoirement par la spécialisation dans les activités high-tech. Elle nécessite plutôt d'accroître ses capacités d'absorption des technologies étrangères (particulièrement les technologies génériques comme les TIC) afin de valoriser les compétences acquises dans les industries existantes et de monter dans la spécialisation technologique. L'exemple du secteur de cuir et de chaussures au Portugal, devenu aujourd'hui l'un des leaders mondiaux, présenté dans ce travail, est d'une richesse incontestable et constitue une preuve indiscutable et un modèle à suivre pour faire des TIC une arme stratégique permettant le rajeunissement du tissu industriel traditionnel et la montée dans la spécialisation technologique.

Nous avons démontré aussi sur la base d'une analyse historique que les faibles capacités innovatrices et entrepreneuriales et la forte dépendance de la Tunisie envers la France et l'Italie sont non seulement les conséquences des choix et des erreurs politiques observés au cours des dernières décennies, elles trouvent encore leur explication dans des facteurs socioculturels enracinés dans l'histoire du pays qui demandent une prise de conscience politique de cette ancienne réalité, une volonté politique, une vision stratégique et du temps pour les résoudre.

Par ailleurs, le fait que le processus de diffusion des TIC en Tunisie, suit en général, une logique hiérarchique donnant lieu à des inégalités entre les grandes entreprises

et les PME et entre les régions côtières et la région intérieure montre que la transition vers l'économie de la connaissance basée sur les TIC ne pourrait non plus être assurée par une politique nationale universelle basée sur les subventions (essentiellement le PMN) qui ignore les caractéristiques révolutionnaires des TIC, les caractéristiques hétérogènes des entreprises et les spécificités socio-institutionnelles et technoéconomiques des régions. Nous démontrons, à cet égard, que c'est plutôt la conjonction d'une politique nationale avec des politiques à vocation sectorielle et régionale qui constitue le fondement d'une économie de la connaissance. Autrement dit, la transition de tout pays, et particulièrement la Tunisie, vers l'économie de la connaissance passe par la capacité de leurs régions à innover et à se transformer sur la base des TIC, qui, elle-même, dépend de la richesse de son milieu en ressources clés de l'économie de la connaissance et de la dynamique territoriale d'apprentissage permettant de faire révéler et mobiliser les ressources et les capacités cachées, éparpillées ou mal utilisées.

Bibliographie

- ABADIE, A., DRUKKER, D., LEBER HERR, J., & IMBENS, G.W. (2004). Implementing matching estimators for average treatment effects in Stata. *The Stata Journal*, 4: 290–311.
- ABADIE, A. & IMBENS, G.W. (2002). Simple and bias-corrected matching estimators for average treatment effects. NBER, Technical Working Paper No. 283.
- ANGRIST, J. D., & HAHN, J. (2004). When to control for covariates? Panel-asymptotic results for estimates of treatment effects. *The Review of Economics and Statistics*, 86: 58–72.
- APICCAPS, (2011). Footwear components and leather goods, 2011 STATISTICAL STUDY.
- BANQUE MONDIALE (2014). La révolution inachevée créer des opportunités, des emplois de qualité et de la richesse pour tous les Tunisiens. Rapport No. 86179-TN.
- BANQUE MONDIALE (2008). Intégration mondiale de la Tunisie. Rapport n° 40129.
- BATTISTI, G. (2000). The intra-firm diffusion of new technologies, PhD Thesis, Warwick University.
- BATTISTI, G., CANEPA, A. & STONEMAN, P. (2009). E-business usage across and within firms in the UK: profitability, externalities and policy. *Research Policy*, 38(1): 133-143.
- BATTISTI, G. & STONEMAN, P. (2003). Inter and intra-firm effects in the diffusion of new, process technology. *Research Policy*, 32 (9) : 1641-1655.
- BAUDCHON, H. & BROSSARD, O. (2001). Croissance et technologies de l'information en France et aux Etats-Unis. *OFCE*, n° 76.
- BAUGAULT, H., & FILIPIAK, E. (2005). Les programmes de mise à niveau des entreprises : Tunisie, Maroc, Sénégal. Paris: Agence Française de Développement.
- BAYO-MORIONESA, A. & LERA-LOPEZ, F. (2007). A firm level analysis of determinants of ICT adoption in Spain. *Technovation*, 27 (6/7): 325-366.

- BEN KHALIFA, A. (2015). La Tunisie dans l'économie du savoir : une comparaison internationale. Notes et Analyses n 28 de ITCEQ, Tunisie, <http://www.itceq.tn/upload/files/notes2014/tunisie-economie-savoir.pdf>.
- BEN KHALIFA, A. (2014). Déterminants de la diffusion des tic dans les pays sud-méditerranéens: cas de la Tunisie. *Economics & Strategic Management of Business Process 2*, 185-190.
- BEN KHALIFA, A. (2013). *Territoire, PED et économie de la connaissance Basée sur les TIC et les PME: analyse comparative de deux régions tunisiennes, Grand Tunis et Sfax*. Thèse De Doctorat, Faculté Des Sciences Economiques et de Gestion de Tunis, Tunisie.
- BEN YOUSSEF, A., HADHRI, W. & M'HENNI, H. (2010). Intra-firm diffusion of innovation: evidence from Tunisian SME's in matters of information and communication technologies. Working Paper 2010-532, July.
- BHARDWAJ A. (2000). A resources-based perspective on information technology capability and firm performance, an empirical investigation. *MIS Quarterly*, 24 (1): 169-196.
- BINOUS J., BEN BECHIR & ABDELKAFI J. (1985). *Tunis*. Collection Villes du Monde Arabe, Sud Editions.
- BOCQUET R., BROSSARD O. & SABATIER M. (2007). Complementarities in organizational design and the diffusion of information technologies, an empirical analysis. *Research Policy*, 36 (3): 367-386.
- BOEKEMA, F., MORGAN, K., BAKKERS S. & RUTTEN, R. (2000). Introduction to learning regions: a new issue for analysis, in Boekema F., Morgan K., Bakkers S., Rutten R. (eds)? *Knowledge, innovation and economic growth, the theory and practice of learning regions*, Cheltenham/Northampton: 3-16.
- BOUBAKER, S. (1999). Les espaces maritimes de Tunis aux XVII et XVIII siècles, in Baccar-Bournaz A. (eds). *Tunis Cité de la mer, l'Or du Temps* : 61-69.
- BOYER, R. (2001). La nouvelle économie au futur antérieur, histoire, théorie, géographie. Mimeo, CEPREMAP.
- CABELLARO, R. & HAMMOUR, M. (1994). The cleansing effects of recession. *American Economic Review*, 84 (5): 1350-1368.
- CASTELLS, M. (1997). Information technology, globalization and social development, UNRISD. Discussion paper n° 114.
- COHEN, W. M. & LEVINTHAL, D.A. (1990). Absorptive capacity, a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1): 128-152.
- COHEN, W. M. & LEVINTHAL, D.A. (1989). Innovation and learning the tow faces of R-D. *Economic Journal*, 99 (397): 569-596.
- CORNFORD, J., RICHARDSON, R., SOKOL, M., MARQUES, P. & GILLESPIE, A. (2006). Transformation of regional societies through ICTs, state (s) of the art (s). Discussion Document n° 022780.
- DASGUPTA, S., LALL, S. & WHEELER, D. (2001). Policy reform, economic growth, and the digital divide: an econometric analysis. Development Research Group, World Bank.
- DAVIES, S. (1979). *Diffusion of process innovation*. Cambridge University Press.
- DE BANDT, J. (2002). La nouvelle économie, économie, système ou société ? *Faire Savoirs n° 2* : 91-99.
- DOSI, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3): 147-162
- EL MENCHARI, K. (1999). Mémoire méditerranéenne des origines à la conquête arabe, Rapport pluriels aux valeurs, aux mythes, aux légendes et à la littérature . in Baccar-Bournaz A. (eds). *Tunis Cité de la mer, l'Or du Temps* : 23-38.
- FLORIDA, R. (1995). Toward the learning region . *Futures*, 27 (5): 527-536.

- FORMAN, C., Goldfarb, A., & Greenstein, S. (2005). How did location affect adoption of the internet by commercial establishments? Urban density versus global village. *Journal of Urban Economics*, 58 (3): 389-420.
- FREEMAN, C. & LOUCA, F. (2001). *As time goes by, from the industrial revolutions to the information revolution*. Oxford University Press, Oxford.
- FREEMAN, C. & PEREZ, C. (1988). Structural crises of adjustment, business cycles and investment behavior, in Dosi G, Freeman C., Nelson R., Silverberg G., Soete L. (eds). *Technical change and economic theory*. Pinter Publishers, London, N.Y, p. 38-66.
- GALLEGRO, J. M., GUTIÉRREZ, L. H. & LEE, S. H. (2011). A firm-level analysis of ICT adoption in an emerging economy: evidence from the colombian manufacturing industries. Serie Documentos De Trabajo, N°116.
- GEROSKI, P. A. (2000). Models of technology diffusion. *Research Policy*, 29 (4/5): 603-625.
- GIDDENS, A. (1984). *The constitution of society*. Berkeley, California, University of Canada Press.
- GILLE, B. (1978). *Histoire des techniques*. Paris, Gallimard, La Pléiade.
- GRABHER, G. (1993). *The weakness of strong ties; the lock-in of regional development in the Ruhr area*. Routledge edition, London
- GREENE, H. W. (2002). *Econometric analysis*. 5th edition, Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall.
- GRILICHES, Z., (1957). Hybrid corn: an exploration in the economics of technical change. *Econometrica* 25(4): 501-522.
- GRUBER, H. & VERBOVEN F., (1999). The evolution of markets under entry and standards regulation: the case of a global mobile telecommunications. WP 1999038, University of Antwerp, Faculty of Applied Economics.
- HASSINK, R. (2004). The learning region, a policy concept to unlock regional economies from path dependency? Conference Regionalization of Innovation Policy- Option and Experiences, June 4th-5th.
- HAUDEVILLE, H. (2009). Dynamique technologique, systèmes d'innovation et rattrapage dans des économies de niveaux de développement différents. *Economie et Sociétés*, 43 (6) : 919-936.
- HECKMAN, J. J., ICHIMURA, H., & TODD, P. (1998). Matching as an econometric evaluation estimator. *Review of Economic Studies*, 65: 261-294.
- HECKMAN, J. J., & NAVARRO-LOZANO, S. (2004). Using matching, instrumental variables, and control functions to estimate economic choice models. *The Review of Economics and Statistics*, 86: 30-57.
- HOLLENSTEIN, H. (2004). Determinants of the adoption of information and communication technologies, an empirical analysis based on firm-level data for the Swiss business sector. *Structural Change and Economic Dynamic*, 15 (3): 315-342.
- HOLLENSTEIN, H. & WOERTER, M. (2008). Inter-and Intra-Firm Diffusion of Technology: the Example of E-Commerce: An Analysis Based on Swiss Firm-Level Data. *Research Policy*, 37(3): 245-564.
- IEQ, (1996) Relations technologiques intersectorielles et décomposition des sources de croissance. *Les Cahiers de l'IEQ-n°14* : 92-146.
- IMBENS, G.W. (2004). Nonparametric estimation of average treatment effects under exogeneity: A review. *The Review of Economics and Statistics*, 86: 4-29.
- KARLSSON, C., MAIER, G., TRIPPL, M. SIEDSCHILAG, L. & OWEN, R., MURPHY, G. (2010). ICT and regional economic dynamics, a literature review. Publication office of the European Union Luxembourg.

- KARSHENAS, M. & STONEMAN, P. (1993). Rank, stock order and epidemic effects in the diffusion of new process technologies, an empirical model. *Rand Journal of Economics*, 24 (4): 503-528.
- KOLKO, J. (2002). Silicon Mountains, Silicon Molehills, geographic concentration and convergence of internet industries in the U.S. *Economics of Information and Policy*. 14 (2): 211-32.
- KOLKO, J. (2000). The death of cities? The death of distance? Evidence from the geography of commercial internet usage, in I. Vogelsang and B. Compaine (eds) *The internet upheaval: raising questions, seeking answers in communications policy*. Cambridge, MA: MIT Press: 73-98.
- LAL, K. (1999). Determinants of the adoption of information technology, a case study of electrical and electronic goods manufacturing firms in India. *Research Policy*, 28 (7): 667-680.
- LAM, A. (2002). Modèles nationaux ou régionaux d'apprentissage et d'innovation propres à l'économie de la connaissance. *Revue internationale des sciences sociales*, 171(1) : 75-93.
- LAPERCHE, B., LOREK, M. & UZUNIDIS, D. (2010). Crise et reconversion des milieux industrialoportuaires, dépendance de sentier ou renouveau économique ? Les exemples de Dunkerque (France) et de Gdansk (Pologne). Cahiers du Lab. RII, document de travail n° 225.
- LAPERCHE, B. & UZUNIDIS, D. (2011). Crise, innovation et renouveau des territoires, dépendance de sentier et trajectoires d'évolution. *Cahiers d'innovations*, 35(2) : 159-182.
- LONG, J. S., & ERVIN, L. H. (2000). Using heteroscedasticity consistent standard errors in the linear regression model. *American Statistician*, 54 (3) : 217-224.
- LORENZI, J-H., VILLEMEUR, A. (2009). *L'innovation au cœur de la nouvelle croissance*, Economica, Paris
- MACHIAVEL, N. (1515). *Le prince*. Collection: "Les classiques des sciences sociales"
- MANSFIELD, E. (1961). Technical Change and the Rate of Imitation. *Econometrica*, 29 (4): 741-766.
- MARQUES, A., & GEUDES, G. (2015). Innovation in "Low-tech" industries: Portuguese footwear industry. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 9 (9): 3020- 3024.
- Marshall, A. 1890. Principles of economics. London: Macmillan.
- MASKELL, P. & MALMBERG, A. (1999). Localized learning and industrial competitiveness. *Cambridge Journal*, 23 (2), 167-185.
- MAURICE, M., SELIER, F. & SILVESTRE, J-J. (1982). *Politique d'éducation et organisation industrielle en France et en Allemagne, essai d'analyse sociétale*. Paris, PUF.
- MICKEY, J., & GREENLAND, S. (1989). The impact of confounder selection criteria on effect estimation. *American Journal of Epidemiology*, 129 (1): 125-137.
- MILGROM, P. & ROBERTS, J. (1995). Complementarities and fit strategy, structure and organizational change in manufacturing. *Journal of Accounting and Economics*, 19 (2/3): 179-208.
- MILGROM, P. & ROBERTS, J. (1990). The economics of modern manufacturing: technology, strategy and organization, *American Economic Review*, 80 (3): 511-528.
- NELSON, R. & WINTER, S.G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge (Mass.). Belknap Press/ Harvard University Press.
- OCDE (2003). TIC et croissance économique.
- OCDE (2001). Cities and regions in the new learning economy, Paris.
- ONUDI (2002). Guide méthodologique, restructuration, mise à niveau et compétitivité industrielle, Vienne.
- ONUDI (2001). Soutien aux PME dans les pays arabes, le cas de la Tunisie, UNIDO.
- PEREZ, C. (2009). Technological revolutions and techno-economics paradigms, WP n° 20.

- PEREZ, C. (2004). Technological revolutions, paradigms shifts and socio-institutional change . in Reinert, E. (eds). *Globalization, Economic development and inequality: an alternative perspective*, Edward Elgar Publishing: 217-245.
- PEREZ, C. (2001). Technological change and opportunities for development as a moving target . *CEPAL Review*, n° 75: 109-130.
- PIAZOLO, D. (2001). The Digital Divide, *CESifo Forum*, 2, (3) : 29-34.
- PREMKUMAR, G. & ROBERTS, M. (1999). Adoption of new information technologies in rural small business. *International Journal of Management Science*, 27, (4): 467-484.
- QUAH, D. (1999). Technology and growth, the weightless economy in economic development, LSE Discussion Paper, n° 417.
- RUBIN, D. (1977). Assignment to Treatment Group on the Basis of a Covariate. *Journal of Educational Statistics*, 2: 1-26
- SEBAG, P. (1989). *Tunis au XVIIe siècle une cite barbaresque au temps de la course*. Éditions l'Harmattan, Paris.
- SETHI, V. & KING, W.R. (1994). Development of measures to assess the extent to which an information technology application provides competitive advantage. *Management Science*, 40, (12), p. 1601-1627.
- SMITH, J. A., & TODD, P. E. (2005). Does matching overcome LaLonde's critique of nonexperimental estimators? *Journal of Econometrics*, 125: 305–353
- STONEMAN, P. & IRLAND, N. (1983). The role of supply factors in the diffusion of new process . *The Economic Journal*, vol. 93: 66-78.
- TEECE, D.J. & PISANO, G. (1994). The dynamic capabilities of firms an introduction. *Industrial and Corporate Change*, 3 (3): 537-556.
- TEO, T.S.H. & RANGANATHAN, C. (2004). Adopters and non-adopters of business –to-business electronic commerce in Singapore. *Information and Management*, 42, (1): 89-102.
- THOMAS, A. (2000). *Econometric of the Qualitative Variables*, Paris, Dunod.
- TITUS, M.A. (2007). Detecting selection bias, using propensity score matching, an estimating treatment effects: An application to the private retunes to a Master's Degree. *Research in Higher Education*, 48 (7): 487-521.
- VAUJANY (de), F.X. (1999). Du management stratégique des NTIC au management stratégique de l'appropriation des NTIC, Acte du VIIIème colloque de l'AIMS.
- VEDEL, T. (2002). Mondialisation, égalité, équité ; mondialisation, inégalités et technologies de l'information et de la communication. *Cahiers Français*, n° 305 : 55-60.
- VERSPAGEN, B. (2004). Structural change and technology, a long view. *Revue Economique*, 55, (6): 1099-1125.
- WALLSTEN, S.J. (2002). Regulation and internet use in developing countries, World Bank, Development Research Group Working Paper Series.
- ZOOK, M. A. (2000). The web of production: the economic geography of commercial internet content production in the United States. *Environment and Planning*, 32 (3): 411-26.

Annexes

Annexe 1. Statistiques descriptives : entreprises copilées versus entreprises non copilées						
	Population totale		Echantillon PMN		Echantillon de contrôle	
	Obs. 238		Obs. 140		Obs. 98	
	Moyenne	S.D.	Moyenne	S.D.	Moyenne	S.D.
TAILLE (en log)	4,15	1,16	4,43	1,17	3,75	1,03
INF50	0,38	0,49	0,30	0,46	0,50	0,50
De50à199	0,47	0,50	0,49	0,50	0,46	0,50
PLUS199	0,14	0,35	0,21	0,41	0,04	0,20
GROUPE	0,29	0,46	0,39	0,49	0,16	0,37
X	0,55	0,46	0,55	0,46	0,55	0,48
X2	0,52	0,48	0,51	0,48	0,53	0,49
NEXP	0,32	0,47	0,29	0,45	0,37	0,48
PEXP	0,18	0,38	0,22	0,42	0,11	0,32
TEXP	0,50	0,50	0,49	0,50	0,52	0,50
EDUCATION	18,01	19,11	19,87	19,36	15,36	18,52
FORMATION	0,59	0,49	0,74	0,44	0,38	0,49
NBPARTENAIRES	0,89	1,87	1,16	2,10	0,50	1,42
INDIO	3,05	2,60	3,69	2,57	2,15	2,37
RD	0,39	0,49	0,50	0,50	0,23	0,43
INDTIC	3,54	3,10	4,51	3,06	2,15	2,60
GTUNIS	0,33	0,47	0,34	0,47	0,32	0,47
NEST	0,17	0,37	0,15	0,36	0,19	0,40
CEST	0,31	0,46	0,34	0,48	0,27	0,44
RINT	0,19	0,40	0,17	0,38	0,22	0,42
IAA	0,18	0,38	0,18	0,38	0,17	0,38
IMCCV	0,11	0,31	0,13	0,34	0,07	0,26
ICH	0,11	0,31	0,09	0,29	0,13	0,34
IME	0,13	0,34	0,14	0,34	0,12	0,33
ITH	0,24	0,43	0,24	0,43	0,22	0,42
ICC	0,08	0,28	0,06	0,25	0,11	0,32
ID	0,16	0,37	0,16	0,37	0,16	0,37

Annexe 2. Statistiques descriptives selon le marché de l'entreprise: entreprises copilées versus entreprises non copilées

	Entreprises non exportatrices				Entreprises partiellement exportatrices				Entreprises totalement exportatrices			
	Pop. PMN		Pop. NPMN		Pop. PMN		Pop. NPMN		Pop. PMN		Pop. NPMN	
	Obs. 40		Obs. 36		Obs. 31		Obs. 11		Obs. 69		Obs. 51	
	Moy.	S.D.	Moy.	S.D.	Moy.	S.D.	Moy.	S.D.	Moy.	S.D.	Moy.	S.D.
TAILLE (en log)	4,06	1,37	3,29	0,97	4,63	1,21	3,58	0,95	4,55	0,97	4,11	0,97
INF50	0,45	0,50	0,69	0,47	0,32	0,48	0,55	0,52	0,20	0,41	0,35	0,48
De50à199	0,43	0,50	0,25	0,44	0,32	0,48	0,45	0,52	0,59	0,49	0,61	0,49
PLUS199	0,13	0,33	0,06	0,23	0,35	0,49	0,00	0,00	0,20	0,41	0,04	0,20
GROUPE	0,22	0,42	0,17	0,38	0,34	0,48	0,00	0,00	0,49	0,50	0,20	0,40
X	0,01	0,02	0,01	0,01	0,26	0,18	0,28	0,21	0,99	0,03	0,99	0,03
EDUCATION	22,79	18,25	22,38	21,07	27,31	20,36	25,51	27,69	14,84	18,34	8,22	9,54
FORMATION	0,70	0,46	0,44	0,50	0,81	0,40	0,18	0,40	0,72	0,45	0,37	0,49
NBPARTENAIRES	0,93	2,00	0,67	1,85	1,32	1,33	0,36	1,21	1,23	2,43	0,41	1,08
INDIO	3,60	3,03	2,50	2,78	3,42	2,17	2,64	2,77	3,86	2,48	1,80	1,91
RD	0,50	0,51	0,31	0,47	0,55	0,51	0,18	0,40	0,48	0,50	0,20	0,40
INDTIC	4,18	3,30	2,72	2,64	4,48	2,46	2,18	2,99	4,71	3,19	1,75	2,46
GTUNIS	0,38	0,49	0,25	0,44	0,39	0,50	0,36	0,50	0,29	0,46	0,35	0,48
NEST	0,08	0,27	0,19	0,40	0,16	0,37	0,09	0,30	0,19	0,39	0,22	0,42
CEST	0,38	0,49	0,39	0,49	0,35	0,49	0,27	0,47	0,32	0,47	0,18	0,39
RINT	0,18	0,38	0,17	0,38	0,10	0,30	0,27	0,47	0,20	0,41	0,25	0,44
IAA	0,20	0,41	0,19	0,40	0,19	0,40	0,09	0,30	0,16	0,37	0,18	0,39
IMCCV	0,30	0,46	0,14	0,35	0,19	0,40	0,18	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
ICH	0,18	0,38	0,19	0,40	0,16	0,37	0,18	0,40	0,01	0,12	0,08	0,27
IME	0,05	0,22	0,11	0,32	0,06	0,25	0,09	0,30	0,22	0,42	0,14	0,35
ITH	0,00	0,00	0,03	0,17	0,03	0,18	0,27	0,47	0,48	0,50	0,35	0,48
ICC	0,10	0,30	0,08	0,28	0,00	0,00	0,09	0,30	0,07	0,26	0,14	0,35
ID	0,18	0,38	0,25	0,44	0,35	0,49	0,09	0,30	0,06	0,24	0,12	0,33

Annexe 3. Statistiques descriptives par taille d'entreprise: entreprises copilées versus entreprises non copilées

	Taille < 50				Taille de 50 - 199			
	PMN		NPM N		PMN		NPMN	
	Obs. 42		Obs. 49		Obs. 68		Obs. 45	
	Moy.	S.D.	Moy.	S.D.	Moy.	S.D.	Moy.	S.D.
TAILLE (en log)	3,08	0,71	2,86	0,52	4,58	0,42	4,54	0,38
GRUPE	0,26	0,44	0,14	0,35	0,35	0,48	0,16	0,37
X	0,38	0,45	0,40	0,46	0,64	0,44	0,72	0,43
NEXP	0,43	0,50	0,51	0,51	0,25	0,44	0,20	0,40
PEXP	0,24	0,43	0,12	0,33	0,15	0,36	0,11	0,32
TEXP	0,33	0,48	0,37	0,49	0,60	0,49	0,69	0,47
EDUCATION	23,60	22,29	19,75	21,11	17,11	18,04	9,48	10,81
FORMATION	0,55	0,50	0,27	0,45	0,78	0,42	0,47	0,50
NBPARTENAIRES	0,33	0,69	0,45	1,63	1,18	1,95	0,42	0,94
INDIO	2,31	1,70	1,82	2,36	4,01	2,49	2,40	2,37
RD	0,29	0,46	0,22	0,42	0,51	0,50	0,24	0,43
INDTIC	3,38	2,55	1,82	2,51	4,54	2,95	2,22	2,48
GTUNIS	0,33	0,48	0,33	0,47	0,35	0,48	0,31	0,47
NEST	0,12	0,33	0,10	0,31	0,15	0,36	0,29	0,46
CEST	0,48	0,51	0,35	0,48	0,26	0,44	0,18	0,39
RINT	0,07	0,26	0,22	0,42	0,24	0,43	0,22	0,42
IAA	0,12	0,33	0,14	0,35	0,18	0,38	0,18	0,39
IMCCV	0,14	0,35	0,06	0,24	0,10	0,31	0,09	0,29
ICH	0,14	0,35	0,18	0,39	0,07	0,26	0,07	0,25
IME	0,07	0,26	0,10	0,31	0,15	0,36	0,16	0,37
ITH	0,21	0,42	0,12	0,33	0,28	0,45	0,36	0,48
ICC	0,05	0,22	0,10	0,31	0,10	0,31	0,11	0,32
ID	0,26	0,45	0,29	0,46	0,12	0,32	0,04	0,21

Annexe 4. Statistiques descriptives par région: entreprises copilées versus entreprises non copilées

	GTUNIS				NEST				CEST				RINT			
	PMN		NPMN		PMN		NPMN		PMN		NPM		PMN		NPMN	
	Obs. 47		Obs. 31		Obs. 21		Obs. 19		Obs. 48		Obs. 26		Obs. 24		Obs. 22	
	Moy.	S.D.														
TAILLE (en log)	4,34	1,14	3,67	1,09	4,72	1,12	4,13	0,92	4,28	1,25	3,57	1,03	4,64	1,08	3,74	1,03
INF50	0,30	0,46	0,52	0,51	0,24	0,44	0,26	0,45	0,42	0,50	0,65	0,49	0,13	0,34	0,50	0,51
De50à199	0,51	0,51	0,45	0,51	0,48	0,51	0,68	0,48	0,38	0,49	0,31	0,47	0,67	0,48	0,45	0,51
PLUS199	0,19	0,40	0,03	0,18	0,29	0,46	0,05	0,23	0,21	0,41	0,04	0,20	0,21	0,41	0,05	0,21
GROUPE	0,46	0,50	0,23	0,43	0,40	0,50	0,05	0,23	0,43	0,50	0,15	0,37	0,17	0,38	0,18	0,39
X	0,48	0,45	0,63	0,46	0,70	0,42	0,59	0,50	0,50	0,46	0,38	0,47	0,64	0,46	0,62	0,46
NEXP	0,32	0,47	0,29	0,46	0,14	0,36	0,37	0,50	0,31	0,47	0,54	0,51	0,29	0,46	0,27	0,46
PEXP	0,26	0,44	0,13	0,34	0,24	0,44	0,05	0,23	0,23	0,42	0,12	0,33	0,13	0,34	0,14	0,35
TEXP	0,43	0,50	0,58	0,50	0,62	0,50	0,58	0,51	0,46	0,50	0,35	0,49	0,58	0,50	0,59	0,50
EDUCATION	22,8	21,9	19,4	22,3	17,4	17,9	14,4	23,5	21,1	20,5	14,6	12,5	13,9	10,2	11,5	13,3
FORMATION	0,83	0,38	0,35	0,49	0,67	0,48	0,53	0,51	0,69	0,47	0,31	0,47	0,71	0,46	0,36	0,49
NBPARTENAIRE	1,34	1,88	0,48	1,65	1,29	3,10	0,16	0,50	0,92	1,70	0,85	1,71	1,21	2,26	0,41	1,18
INDIO	4,30	2,58	1,97	1,80	3,67	2,63	1,37	1,64	3,29	2,48	3,08	3,47	3,29	2,63	2,00	1,69
RD	0,62	0,49	0,26	0,44	0,57	0,51	0,21	0,42	0,42	0,50	0,23	0,43	0,38	0,49	0,23	0,43
INDTIC	4,79	3,09	1,84	2,44	4,62	2,87	2,32	2,26	4,92	3,12	3,00	3,24	3,04	2,79	1,45	2,06
IAA	0,19	0,40	0,10	0,30	0,19	0,40	0,11	0,32	0,10	0,31	0,19	0,40	0,29	0,46	0,32	0,48
IMCCV	0,17	0,38	0,06	0,25	0,05	0,22	0,11	0,32	0,13	0,33	0,12	0,33	0,13	0,34	0,00	0,00
ICH	0,11	0,31	0,13	0,34	0,14	0,36	0,21	0,42	0,08	0,28	0,12	0,33	0,04	0,20	0,09	0,29
IME	0,19	0,40	0,16	0,37	0,19	0,40	0,05	0,23	0,10	0,31	0,19	0,40	0,04	0,20	0,05	0,21
ITH	0,15	0,36	0,16	0,37	0,19	0,40	0,32	0,48	0,31	0,47	0,19	0,40	0,33	0,48	0,27	0,46
ICC	0,04	0,20	0,16	0,37	0,10	0,30	0,11	0,32	0,08	0,28	0,08	0,27	0,04	0,20	0,09	0,29
ID	0,15	0,36	0,23	0,43	0,14	0,36	0,11	0,32	0,19	0,39	0,12	0,33	0,13	0,34	0,18	0,39