



UMR CNRS 6240 LISA

Working Paper TerRA n°12

28-01-2019



Les activités de transfert de technologie des universités
permettent-elles de réduire le gap technologique entre
sphères académique et non-académique ?

Une étude du cas italien

Laura Ciucci, Marie-Antoinette Maupertuis

Les activités de transfert de technologie des universités permettent-elles de réduire le gap technologique entre sphères académique et non-académique ? Une étude du cas italien

Laura Ciucci ⁽⁰⁾
Université de Corse

Marie-Antoinette Maupertuis
Université de Corse

28 janvier 2019

Résumé

Ce travail étudie dans quelle mesure les universités peuvent affecter l'écosystème local d'innovation. Nous nous focalisons sur le rôle que les activités de transfert de technologie (TT) et les Bureaux de Transfert de Technologie (TTO) peuvent jouer dans le rapprochement de la recherche académique et non-académique, à travers l'augmentation de la proximité technologique entre brevets académiques et non-académiques à l'échelle locale. Cette proximité est mesurée par le degré de similarité des portefeuilles de brevets (Jaffe, 1986). Pour ce faire, des données relatives aux brevets académiques et non-académiques sont utilisées pour un panel constitué des provinces italiennes (NUTS3) sur la période 1998-2009. Basés sur des estimations de modèles fractionnaires, les résultats indiquent un effet positif et significatif des activités de TT sur la probabilité de déposer des brevets dans les mêmes domaines technologiques. De plus, il semblerait que la mise en place de TTO n'ait pour l'heure aucun effet sur la proximité technologique Université-Industrie.

This paper aims to investigate the extent to which universities can affect the local innovation ecosystem. We focus on the role that Technology Transfer (TT) activities and Technology Transfer Offices (TTOs) can have in bringing academic and non-academic research closer, through the increase of technological proximity between local academic and non-academic patents, measured by similarity of patent portfolios (Jaffe, 1986). To do so, we consider both academic and non-academic patents data for a panel of Italian Provinces (NUTS3) in the time span 1998-2009. By means of fractional response and zero-inflated beta models, we show a positive and significant impact of TT activities on the likelihood to patent in the same technological areas. Moreover, the findings indicate that TTOs implementation does not have any significant effect on local university-industry technological proximity.

Keywords : Technological Proximity, Technology Transfer, TTO, Fractional response model, Patent.

⁰**Contact :** UMR CNRS LISA 6240, Avenue Jean Nicoli BP 52, 20250 Corte, France.
Email : lciucci@univ-corse.fr

1 Introduction

Le rôle joué par l'université dans le développement régional est désormais largement reconnu. En effet, dans un nombre croissant de pays, les agences de développement économique, tant nationales que régionales, élaborent des stratégies en faveur de l'émergence d'une économie basée sur la connaissance. Bien souvent, les universités y sont identifiées comme les principaux producteurs publics de connaissances (Drucker et Goldstein, 2007). Cette prise de conscience s'est aussi opérée à l'échelle européenne, où la Commission européenne réfléchit à l'introduction d'un système de financement communautaire des universités basé sur la performance d'innovation de ces dernières. Plus particulièrement, Jonkers et al. (2018) proposent un cadre d'évaluation de l'impact des universités sur l'innovation régionale qui prendrait notamment en compte les activités de commercialisation et de transfert de connaissances, ainsi que le soutien à l'entrepreneuriat et au développement d'entreprises. Ce type de politique publique doit être envisagé au regard de la Troisième mission de l'université (Etzkowitz et Leydesdorff, 1997, 2000; Leydesdorff et Etzkowitz, 1996, 1998; Leydesdorff, 2000). Un des facteurs ayant présidé au développement de cette nouvelle fonction est la volonté de changer la vision de la place de l'université dans la société : d'une "tour d'ivoire" où les chercheurs travaillent le plus souvent de façon isolée, l'université est peu à peu devenue un acteur économique très engagé avec les parties prenantes extérieures (Bodas Freitas et al., 2011). A noter que Braunerhjelm (2008) explique que cette profonde réorganisation des systèmes universitaires dans un grand nombre de pays européens est une conséquence de l'importance accrue accordée aux interactions entre sphères académique et industrielle.

Dans la littérature académique également, il est communément admis que la présence d'universités est bénéfique au territoire, même si son influence sur le développement économique est parfois secondaire en comparaison d'autres facteurs tels que les activités privées de recherche (Drucker et Goldstein, 2007).

Mais il est difficile d'évaluer l'importance relative des différents canaux par lesquels ces spillovers de connaissances peuvent passer, voire d'isoler l'impact de chacun : création de capital humain, attraction d'entreprises dynamiques, transfert de technologie, etc. Dans ce travail, nous nous concentrons plus particulièrement sur les activités de transfert de technologie¹ (TT) et les structures qui en ont généralement la charge : les Bureaux de Transfert de Technologie (*Technology Transfer Offices*, TTO). Ces derniers ont fait l'objet d'un intérêt croissant dans le monde académique au cours des dernières années (Brescia et al. 2016; Curi et al., 2012; Huyghe et al., 2016; Siegel et al., 2007...), et ce pour une raison qui se comprend aisément : la mise en place et le développement de telles structures (mais également des activités de transfert de façon plus générale) nécessitent des investissements non négligeables, tant sur le plan financier que pour le temps que cela requiert. D'autant plus que ces investissements peuvent se faire à différentes échelles selon les cas : universitaire, locale, régionale ou nationale. Il est donc important pour les décideurs publics et universitaires de comprendre dans quelle mesure, et sous quels aspects, ces efforts sont justifiés.

Pour l'heure, alors qu'un grand nombre de travaux se sont attachés à mesurer le degré d'efficacité des TTO (Caldera et Debande, 2010; Chapple et al., 2005; Curi et al., 2012; Siegel et al. 2003; Siegel et al., 2008; Thursby et

¹Par activités de TT, il est fait principalement référence ici aux activités formelles de transfert à savoir les dépôts de brevets, licences, spin-offs, contrats de recherche...

Thursby, 2002 ; Thursby et Kemp, 2002), relativement peu ont abordé de façon explicite la question de l'impact de ces structures sur les dynamiques d'innovation des territoires (Barra et Zotti, 2018). Or, si l'étude de la performance des TTO en elle-même est très importante, l'analyse de leur impact direct sur le développement régional l'est également. En effet, l'un des principaux objectifs (affichés) de telles structures d'intermédiation est de permettre à la société, et aux entreprises plus particulièrement, de bénéficier davantage des avancées de la recherche académique, notamment à l'échelle locale ou régionale.

Ce travail contribue à ce champ de la littérature encore insuffisamment exploré en analysant le rôle que le transfert de technologie des universités peut jouer dans le renforcement des liens Université-Industrie à l'échelle locale, mesurés par la proximité technologique entre les brevets académiques et non-académiques. L'utilisation de ce type d'indicateur dans ce cadre, inédite à notre connaissance, devrait permettre de comprendre si l'implication des universités dans des activités de transfert peut donner lieu à un rapprochement entre les acteurs de l'innovation académiques et non-académiques sur un territoire, contribuant ainsi à la chute des tours d'ivoire que peuvent encore parfois constituer les universités. La distinction faite entre les activités de transfert exercées par les universités et l'existence de TTO à proprement parler, qui constitue un autre apport de ce travail, permet de mesurer le bénéfice marginal tiré de l'institutionnalisation de ces activités.

L'étude quantitative est réalisée à l'échelle des provinces italiennes (NUTS 3) de 1998 à 2009, période à laquelle la majorité des TTO italiens ont été ouverts. La stratégie économétrique repose sur l'emploi de modèles fractionnaires permettant de prendre en compte les caractéristiques de la variable expliquée (continue dans l'intervalle unitaire et prenant des valeurs aux bornes avec une probabilité positive) (Papke et Wooldridge, 1996) et le processus multiple de génération des données (Baum, 2008 ; Bluis²). La potentielle endogénéité des deux variables d'intérêt a également été testée. A cet égard, deux méthodes alternatives (Wooldridge, 2014), dont une relativement novatrice, ont été appliquées en tenant compte à la fois de la non-linéarité du modèle et du caractère binaire des variables dont on suspecte l'endogénéité.

Les résultats suggèrent que la présence d'universités impliquées de façon officielle dans des activités de TT a un effet positif et significatif sur la proximité technologique à l'échelle des provinces. En revanche, l'existence de TTO ne semble pas avoir d'effet marginal significatif, du moins durant la période considérée. La robustesse de ces résultats a été testée à travers une série de spécifications alternatives.

La suite de ce travail est organisée de la façon suivante : la section 2 dresse une brève revue de la littérature abordant ces thématiques. La section 3 présente le contexte national dans lequel l'étude est ancrée. Les sections 4 et 5 présentent respectivement les données et variables, ainsi que la stratégie économétrique adoptée. Les résultats et tests de robustesse sont donnés dans les sections 6 et 7. Enfin, des éléments de conclusion ainsi que des perspectives pour de futurs travaux sont formulés dans la section 8.

²https://www.stata.com/meeting/germany10/germany10_buis.pdf

2 Revue de littérature

Un grand nombre de travaux ont tenté d'estimer l'impact de l'université sur le développement régional, en étudiant différents types d'effets potentiels et d'output (Blackwell et al., 2002; Candell et Jaffe, 1999; Cowan et Zinovyeva, 2013; Felsenstein, 1996, 1999; Glasson, 2003; Huffman et Quigley, 2002; Kramer et al., 1997). Après une revue de littérature très fournie à ce sujet, Drucker et Goldstein (2007) arrivent à la conclusion que malgré une certaine hétérogénéité dans l'amplitude des effets observés, et bien que les effets des facteurs régionaux non-universitaires soient souvent plus importants que les facteurs liés aux universités, la majorité des analyses empiriques démontrent que les activités des universités ont impact significatif sur le développement économique régional. A titre d'exemple, l'étude de Cowan et Zinovyeva (2013) à l'échelle des régions italiennes montre que l'ouverture de nouvelles facultés dans les domaines des Sciences, Technologies et Santé induit une augmentation du nombre de brevets industriels dans une période de cinq ans. Les régions accusant un certain retard de développement semblent bénéficier davantage de la présence des universités. En revanche, les caractéristiques des brevets industriels, telles que la qualité et la propension à citer la littérature scientifique (*non patent literature*), ne changent pas, du moins dans la période considérée.

Pour ce qui est du rôle spécifique du TTO sur le développement régional, Etzkowitz (2017) affirme qu'il est inhérent aux fonctions du TTO. En effet, un de ses principaux objectifs est de promouvoir la technologie afin qu'elle bénéficie au public. Et même s'il se focalise prioritairement sur son université, il aide naturellement à la création des conditions propices au développement d'activités de haute technologie, et à l'amélioration de la capacité d'absorption régionale.

Sur le plan empirique, un grand nombre de travaux s'intéressent au niveau d'efficacité des TTO ainsi qu'à ses déterminants. Ils se placent généralement dans le cadre de la frontière de production, en estimant la frontière à l'aide de méthodes de type *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) ou *Data Envelopment Analysis* et, en fonction, le niveau d'efficacité des établissements. Les outputs de production considérés sont le plus souvent le nombre de brevets déposés et/ou de licences octroyées. Les résultats sont mitigés mais semblent indiquer que les TTO sont relativement inefficients pour le moment (Caldera et Debande, 2010; Chapple et al., 2005; Curi et al., 2012; Siegel et al. 2003; Siegel et al., 2008; Thursby et Thursby, 2002; Thursby et Kemp, 2002). A titre d'exemple, **Siegel et al. (2003)**, qui utilisent l'âge du TTO comme mesure du degré d'expérience, trouvent que ce dernier a un effet positif sur le niveau d'efficacité. Par ailleurs, leurs résultats suggèrent que certaines caractéristiques de l'écosystème dans lequel le TTO évolue, telles que le PIB et les efforts de R&D fournis par l'industrie, sont très importantes dans le processus de transfert car elles permettent notamment de resserrer les liens Université-Industrie. De leur côté, Caldera et Debande (2010) montrent dans le cas espagnol que les universités où l'activité de transfert est plus institutionnalisée, avec des procédures de gestion bien établies, sont plus performantes. Ils mettent également en évidence un effet positif de la taille et de l'âge des TTO.

De façon générale dans ces travaux, l'étude de l'impact des TTO sur les performances régionales est considérée de façon indirecte étant donné que l'un des principaux intérêts des relations Université-Industrie et des activités de trans-

fert est de faire bénéficier le tissu économique, notamment au niveau local, des recherches universitaires. Mais l'effet direct des TTO sur les performances d'innovation régionales est très rarement exploré dans la littérature à notre connaissance. On peut citer notamment Barra et Zotti (2018) dont les résultats montrent qu'une augmentation du nombre de TTO dans une région permet une amélioration du niveau d'efficacité du système régional d'innovation³.

Par ailleurs, tout un pan de la littérature s'articule autour de la notion de proximité, géographique en premier lieu (Morgan, 2004 ; Audretsch and Feldman, 1996 ; Jaffe et al., 1993 ; Landry et al., 2007). De nombreuses analyses empiriques sur les spillovers générés par les universités suggèrent que la dimension géographique est un facteur important dans l'explication des activités d'innovation des firmes (Varga, 2003). Par exemple, selon Feldman (1994), la proximité géographique entre les laboratoires de recherche universitaires et privés au sein d'un Etat sert de catalyseur à l'activité d'innovation des entreprises, quelle que soit leur taille, même si l'impact paraît plus important pour les petites entreprises. De plus, il est souvent expliqué que la proximité d'une université diminue les coûts d'acquisition de connaissances des entreprises (Audretsch et al., 2005).

Mais, certains auteurs se sont tout de même questionnés sur la cause de cet effet positif observé de la proximité géographique des universités, soulignant ainsi la nécessité de prendre en compte d'autres formes de proximité, telles que la proximité technologique, cognitive, organisationnelle, institutionnelle ou encore culturelle (Boschma, 2005 ; Iammarino, 2011 ; Carrincazeaux et Coris, 2011). Par exemple, selon Boschma (2005), la proximité géographique n'est ni nécessaire ni suffisante pour permettre la diffusion des connaissances et les processus d'apprentissage. En revanche, elle facilite généralement l'apprentissage interactif en renforçant les autres dimensions de la proximité (organisationnelle, institutionnelle, technologique. . .) et contribue ainsi aux effets positifs des externalités localisées de connaissance.

Dans ce contexte, ce travail s'intéresse plus particulièrement aux effets que les activités de transfert, et les TTO, peuvent avoir sur la proximité technologique entre activités d'innovation académiques et non-académiques⁴. Différents travaux considèrent la proximité technologique comme un déterminant d'autres phénomènes, tels que l'efficacité des systèmes régionaux d'innovation (Fritsch et Slavtchev, 2011), l'internationalisation de la technologie (Guellec et van Pottelsberghe de la Potterie, 2001) ou encore les spillovers de R&D (Orlando, 2000).

Concernant le lien entre proximité technologique et transfert de technologie, Colyvas et al. (2002) suggèrent que les activités de marketing des TTO sont plus importantes pour les inventions dans des domaines technologiques où les liens entre acteurs académiques et industriels sont relativement faibles. Dans le même ordre d'idée, Braunerhjelm (2008) s'intéresse à la correspondance à l'échelle régionale entre les spécialisations universitaire et industrielle. Cette correspondance favoriserait, selon l'auteur, le développement de spillovers de connaissances. Maietta (2015) explique que les structures d'intermédiation telles que les TTO sont établies afin de minimiser la distance cognitive entre entreprises et acteurs du monde académique. Muscio and Nardone (2012) évoquent à cet égard la notion de pont entre recherche académique et besoins industriels.

³Leur étude est réalisée à l'échelle des régions (NUTS 2) italiennes.

⁴Pour une définition du concept et de la variable utilisée dans ce travail, voir la section 4.

Mais à notre connaissance, l'indicateur de proximité technologique n'a jamais été utilisé comme variable expliquée, du moins dans ce champ de la littérature.

3 Contexte italien

Au cours des vingt dernières années, l'Italie a connu plusieurs réformes qui ont influé de manière significative sur l'organisation et l'intensité des activités de transfert technologique⁵. La plus marquante est la loi 297/1999, précisée ensuite par un décret ministériel de 2000, qui établit de façon formelle les TTO et évoque (de façon indirecte) le cas des spin-offs, c'est-à-dire la possibilité pour des membres de la communauté académique, qu'ils soient étudiants ou chercheurs, de prendre part à un projet de création d'entreprise. Ce dernier pouvant impliquer l'exploitation de savoir-faire ou de technologies développés à l'université (Meoli et Vismara, 2016).

Par la suite, des politiques spécifiques de TT ont été mises en place par les TTO, principalement axées sur la création de spin-offs, le dépôt et l'exploitation de brevets, ainsi que sur les activités de coopération avec l'industrie. Les activités de TT et notamment le rôle joué par les TTO ont également été affectés par l'introduction du *professor's privilege*⁶ en 2001, modifié en 2005.

Le dernier événement notable est la création, à l'initiative de l'Ecole Polytechnique de Milan, de NetVal, association italienne visant à mettre en réseau les universités afin qu'elles puissent mettre en commun leurs expériences de valorisation de la recherche, leurs difficultés ainsi que des bonnes pratiques. Un premier accord a été signé en 2009 par 29 universités. Le réseau a ensuite connu une croissance rapide jusqu'à atteindre 71 membres aujourd'hui, dont 57 universités⁷.

Cette mise en réseau, associée à un certain nombre de services offerts tels que des cours de formation, a permis une certaine professionnalisation des personnels universitaires (Baldini et al. 2010).

Cesaroni et Piccaluga (2016) dressent un portrait détaillé et récent⁸ de la situation des TTO en Italie. Ils montrent ainsi que le nombre moyen d'employés par TTO en Italie est deux à trois fois plus faible que la moyenne européenne et trois à quatre fois plus faible qu'aux Etats-Unis⁹. Concernant les performances, les établissements italiens montrent là aussi des résultats bien inférieurs par rapport à la moyenne européenne, elle-même se situant bien derrière les Etats-Unis.

Considérant à présent la répartition sur le territoire de ce phénomène et son évolution sur la période de notre étude, on peut voir dans le tableau 1 que le nombre de provinces dotées d'universités impliquées dans le transfert de

⁵Cette évolution dans la pratique des activités de transfert de technologie en Italie a été analysée à différentes reprises. Certains auteurs tels que **Balderi et al. (2007)** ont même mis en évidence l'existence d'un cycle de vie des TTO italiens.

⁶Le *professor's privilege* attribue les droits de propriété intellectuelle issue de la recherche publique aux inventeurs et non, comme c'est le cas dans de nombreux pays, à l'établissement auquel ce dernier est rattaché.

⁷Source : <https://netval.it>

⁸Leurs données concernent la période 2010-2012.

⁹En 2011, les TTO italiens comptaient en moyenne 3,5 personnes par établissement, contre 8,3 en Europe et 11,9 aux Etats-Unis (Source : Cesaroni et Piccaluga, 2016, Tableau 1 p.7).

TAB. 1: Evolution du nombre de provinces avec activités de TT et TTO

	1998	2003	2009
Nb. Provinces sans univ.	51	49	46
Nb. Provinces avec univ. <i>MAIS</i> sans acti de TT ou TTO	43	22	3
Nb. Provinces (avec univ. <i>ET</i>) acti de TT <i>MAIS</i> sans TTO	6	19	6
Nb. Provinces (avec univ. <i>ET</i>) acti de TT <i>ET</i> TTO	3	13	48
Total	103	103	103

technologie a crû très rapidement au cours de la dernière décennie. Plus particulièrement, le nombre de provinces concernées par les activités de transfert¹⁰ (somme des deux dernières lignes) est passé de 9 en 1998 à 54 en 2009. Par symétrie, alors qu'en début de période 43 universités n'étaient pas concernées par des activités (formelles) de TT, seules 3 ne le sont toujours pas en 2009.

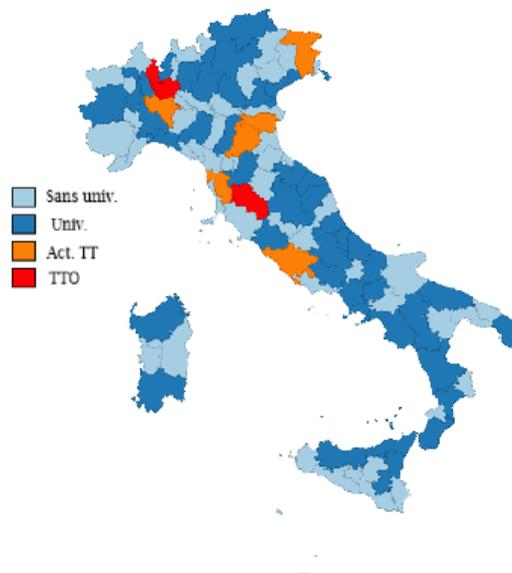


Fig.1.a. Situation en 1998

¹⁰Dans ce travail, deux variables d'intérêt sont considérées : la présence d'universités impliquées de façon formelle dans des activités de TT, que ce soit à travers un TTO ou par le biais d'autres services préexistants ; et la présence d'un TTO. Pour plus de détails concernant ce choix de variables, voir la section relative à la construction de la base de données.

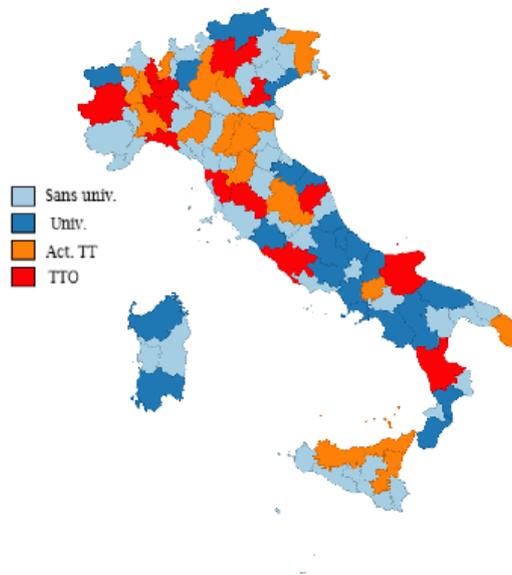


Fig.1.b. Situation en 2003

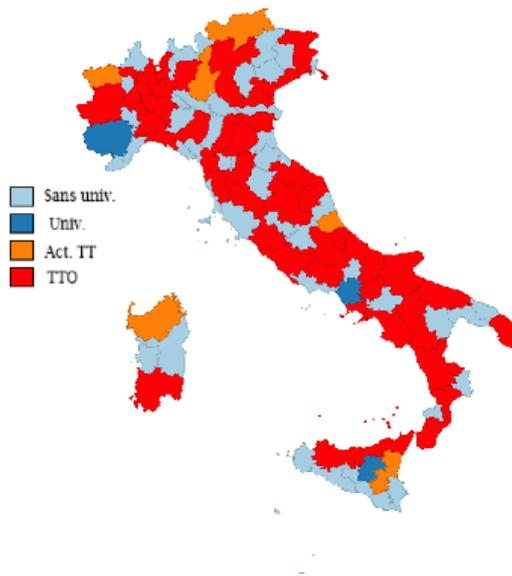


Fig.1.c. Situation en 2009

Dans les trois cartes de l'Italie (figure 1), le bleu clair correspond aux provinces sans université, le bleu foncé aux provinces avec université(s) mais sans activités de TT ni TTO; l'orange aux provinces avec au moins une université impliquée dans les activités de TT mais aucun TTO; le rouge aux provinces avec au moins un TTO¹¹.

¹¹Par définition, les universités avec un TTO sont toujours impliquées dans les activités de transfert. De plus, nous ne considérons ici que les activités de transfert réalisées par les universités. Il ne peut donc pas y avoir d'activités de TT ou de TTO sans université.

Dès le départ, on peut observer que la distribution géographique des universités sur le territoire italien est relativement homogène. Les universités pionnières en matière de transfert sont en revanche plutôt concentrées au Nord et au Centre du pays. La situation a déjà beaucoup évolué en 2003 avec une rapide expansion du phénomène, principalement dans la moitié Nord, malgré quelques provinces concernées au Sud. La répartition des TTO est assez homogène par rapport aux provinces concernées uniquement par des activités de TT. Enfin, en 2009 la quasi-totalité des provinces avec université, y compris au Sud, ont au moins un TTO.

4 Données et variables

4.1 Base de données

En théorie, une province doit compter au moins une université sur son territoire pour pouvoir avoir des brevets académiques. En pratique, il se peut que ce ne soit pas toujours le cas, et ce pour plusieurs raisons telles que :

- Un inventeur académique ayant indiqué son adresse personnelle peut résider et travailler dans deux provinces différentes (ou il peut indiquer l’adresse de son centre de recherche situé dans une autre province que l’université),
- Un brevet académique peut avoir plusieurs inventeurs (académiques et non-académiques) situés dans différentes provinces,
- Une université peut avoir ouvert un siège secondaire dans une province ne comptant par ailleurs aucun siège principal¹²¹³,
- Une erreur dans la construction de la base de données (dans l’attribution des NUTS3 par exemple) a pu se produire.

Dans tous les cas, il n’existe aucun moyen à notre connaissance pour attribuer l’activité de brevet à une université dans ce type de situations. Il serait par conséquent impossible de mesurer l’effet des activités de transfert ou des TTO. Il nous a donc paru préférable de restreindre notre analyse aux provinces ayant au moins une université. Etant donné que cinq provinces ont vu ouvrir une université pour la première fois pendant la période considérée, et afin de conserver un panel équilibré, toutes les provinces avec au moins une université en fin de période ont été prises en compte dans l’analyse, soit 57 provinces¹⁴,

¹²Dans ce travail, nous nous basons sur la liste des universités ayant participé à la dernière évaluation de la recherche italienne (*Valutazione della Qualità della Ricerca*, VQR).

¹³A noter qu’une autre façon de prendre en compte les universités aurait pu être de compter également les branches d’universités ouvertes dans différentes provinces. Cependant, il n’est pas aisé de connaître les dates de création exacte, mais également de comprendre pour chacune de ces succursales, si des activités de recherche sont effectuées dans les domaines de STS ou s’il ne s’agit que d’un centre d’enseignement. De plus, dans le cas affirmatif, si le siège principal est impliqué dans des activités de TT ou doté d’un TTO, il faut surtout comprendre si l’on peut considérer que la succursale dispose également de TT ou TTO (et si oui, y a-t-il des bureaux ou des personnels sur place, ou s’agit-il plutôt d’effets d’une province à l’autre, comme des spillovers dans ce cas). Bien que la connaissance exacte de ces éléments permette de refléter la réalité de façon plus fidèle, la construction de ces variables basée sur des informations approximatives induirait un biais potentiellement significatif dans l’analyse. De ce fait, nous avons préféré dans ce travail conserver les bases de données officielles et la définition traditionnelle de l’université.

¹⁴A noter que les estimations ont été répétées, en guise de test de robustesse, sur l’ensemble des provinces avec université en début de période (soit 52 provinces).

sur la période 1998-2009.

L'utilisation des données de brevets comme mesure de l'activité d'innovation comporte un certain nombre de limites depuis longtemps reconnues. En effet, les brevets ne mesurent pas la valeur économique des technologies (Hall et al., 2001). Selon Griliches (1979) Griliches (1979) et Pakes et Griliches (1980, p.378), les brevets constituent une mesure imparfaite (de l'output d'innovation) car toutes les nouvelles innovations ne sont pas brevetées et les brevets diffèrent grandement dans leurs impacts économiques.

Malgré tout, les brevets sont considérés comme un bon indicateur de la création de nouvelles technologies. Àcs et al. (2002) ont ainsi montré que les brevets donnent une mesure relativement fiable de l'activité innovante régionale. En effet, ils tiennent compte des résultats de recherche, souvent protégés en raison des avantages économiques futurs qu'ils pourront générer. Par ailleurs, selon Pinto et Rodrigues (2010), les entreprises s'en servent pour établir leur positionnement stratégique par rapport à l'innovation.

De façon générale, l'utilisation des données de brevets est de plus en plus répandue dans la littérature de l'innovation car elles permettent de couvrir largement l'activité innovante dans presque tous les domaines technologiques, et assurent malgré tout le caractère inventif et nouveau de l'innovation. Un autre argument de taille en faveur de l'utilisation des brevets réside dans la disponibilité des bases sur de longues périodes, à l'échelle des micro-données, et fournissant de nombreux détails relatifs au brevet (Corradini et De Propis, 2015).

A noter que toutes les variables de cette étude reposant sur des données de brevets ont été construites à partir de la version 2016 de la base de données PATENTS-ICRIOS¹⁵, offrant un grand nombre d'informations sur les brevets déposés auprès de l'Office Européen des Brevets (OEB). Afin de ne pas surestimer l'activité d'innovation, la part d'invention revenant à chaque inventeur pour un brevet donné a été calculé (en prenant simplement l'inverse du nombre d'inventeurs)¹⁶.

Les domaines technologiques ont été pris en compte en associant chaque brevet à l'ensemble de ses revendications, regroupées selon les huit classes principales définies par la Classification Internationale des Brevets¹⁷, nommées de A à H¹⁸. Les parts d'appartenance à chaque domaine ont été calculées comme précédemment. A noter qu'il existe d'autres classifications de brevets, également disponibles dans PATSTAT-CRIOS, telles que la classification en 35 secteurs fournie il y a quelques années par l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (Schmoch, 2008). Ce niveau de désagrégation semble toutefois moins approprié dans le cas de cette étude, car en faisant la somme par province et par an dans chacun des 35 domaines, le risque est d'obtenir un très grand nombre de

¹⁵Il s'agit d'une base de données élaborée et régulièrement mise à jour par le Centre de Recherche en Innovation, Organisation et Stratégie de l'Université Bocconi de Milan à partir de la base PATSTAT. Pour une description détaillée, voir Coffano et Tarasconi (2014).

¹⁶Par exemple, si un brevet a trois inventeurs chacun se verra attribuer un tiers de brevet.

¹⁷Plusieurs revendications d'un brevet peuvent correspondre à une même classe.

¹⁸A : Nécessités courantes de la vie ; B : Techniques industrielles, transports ; C : Chimie, métallurgie ; D : Textiles, papier ; E : Constructions fixes ; F : Mécanique, éclairage, chauffage, armement, sautage ; G : Physique ; H : Électricité

0, d'autant plus dans le cas de l'indice de proximité technologique où les brevets académiques et non-académiques sont distingués¹⁹²⁰.

4.2 Variable expliquée : Proximité technologique

La variable *Tech. Prox.* est un indice de proximité technologique entre brevets académiques et non-académiques par province et par an.

Précisons qu'un brevet académique est un brevet pour lequel au moins un des inventeurs est identifié comme académique, quel que soit le propriétaire. Ainsi, un brevet académique peut être déposé ou appartenir à une université, une entreprise, un individu, etc. En Europe, cette information est principalement fournie par les bases de données issues du programme de recherche *Academic Patenting in Europe* (APE-INV), financé par la European Science Foundation. Dans ce travail, nous utilisons la base de données de brevets académiques italiens réalisée et présentée pour la première fois dans les travaux de Lissoni et al. (2012).

Selon Stellner (2014), la proximité technologique peut être définie comme le degré de chevauchement du socle de connaissances (en termes de méthodes de recherche, de sources de connaissances ou encore de domaines d'application) de deux entités données (que ce soit des pays, des régions, des entreprises, ou dans notre cas des communautés). Plus le chevauchement est important entre deux acteurs, plus leur proximité technologique est élevée.

L'auteur donne également une définition plus technique : chaque entreprise peut être considérée comme une série de vecteurs dans un espace de connaissances ou de technologie multidimensionnel (Benner et Waldfogel, 2008 ; Jaffe, 1986 ; Olsson et Frey, 2002). Ces vecteurs constituent la position des entreprises comme la longitude et la latitude de la position de ville²¹. Ainsi, il décrit la distance technologique entre deux entreprises comme "la longueur de l'espace technologique entre deux entreprises" (Stellner, 2014, p.3).

Différentes mesures de la proximité technologique ont été développées au fil des années dans la littérature. Dans ce travail, nous utilisons la méthode proposée par Jaffe (1986), qui est rapidement devenue une référence en la matière. Cet indicateur, dont le calcul est montré ci-dessous, correspond à la distance angulaire entre deux entités. A noter que cette méthode considère que les différentes dimensions ne sont pas liées. Seuls les chevauchements dans les mêmes dimensions comptent.

Comme mentionné précédemment, il est employé ici pour mesurer la proximité technologique entre les brevets académiques et non-académiques au sein

¹⁹Nous reviendrons par la suite sur la construction de cette variable.

²⁰A titre indicatif, le tableau 10 en annexe présente le nombre d'observations pour lesquelles le nombre de brevets déposés (total, académique ou non-académique) dans une province et une année données vaut zéro. On peut ainsi remarquer que le nombre de zéros est relativement élevé, surtout lorsque l'on considère les brevets académiques.

²¹Le positionnement dans l'espace technologique est évidemment plus difficile que dans l'espace géographique, pour deux raisons au moins : le nombre de dimensions est beaucoup plus élevé et ces dernières sont liées. Ce dernier point n'est toutefois pas considéré ici. Sa prise en compte pourrait d'ailleurs faire l'objet d'un approfondissement de ce travail, avec l'utilisation d'un indicateur alternatif de proximité technologique. En effet, Stellner (2014) évoque des méthodes prenant en compte également le degré de proximité entre secteurs différents (en se basant sur le niveau de similitude entre les codes avec un niveau plus élevé de désagrégation, ou sur les citations de brevets).

d'une province donnée, une année donnée :

$$TP_{AN} = \frac{\sum_{k=1}^8 S_{kA} S_{kN}}{\sqrt{\sum_{k=1}^8 S_{kA}^2 \sum_{k=1}^8 S_{kN}^2}}$$

où A et N renvoient aux brevets académiques et non-académiques ; $k = \{1, 2, \dots, 8\}$ correspond aux huit classes²² de brevets considérées ; S est la part des brevets (académiques ou non-académiques) déposés dans une classe donnée. L'indice est compris entre 0 et 1, où 1 constitue le cas d'une correspondance parfaite entre les spécialités des brevets académiques et non-académiques.

4.3 Variables d'intérêt : Activités de transfert et TTO

Les variables *TT activity* et *TTO* indiquent respectivement la présence d'au moins une université impliquée dans les activités de TT ou avec TTO, par province et par an. Elles sont construites à partir des informations recueillies par NetVal²³.

Cette distinction entre activités formelles de TT et TTO nous permet en premier lieu de tenir compte plus fidèlement de la réalité. En effet, de nombreuses universités ont commencé à s'impliquer dans les activités de TT plusieurs années avant l'ouverture d'un TTO à proprement parler. Certaines universités n'en ont d'ailleurs pas encore ouvert, bien qu'elles exercent ce type d'activités. Dans ces cas-là, le transfert se fait par le biais d'autres services ou structures de l'université déjà existants. Plusieurs raisons peuvent guider ce choix de ne pas ouvrir de TTO : les activités de TT sont encore trop récentes, ou ne sont pas suffisamment importantes (en volume ou en revenus), ou encore ne constituent pas une priorité pour les dirigeants des établissements.

De plus, on peut considérer la création d'un TTO comme une étape supplémentaire franchie par les universités dans leur engagement dans le transfert et les collaborations avec l'industrie. Le TTO peut être considéré comme un moyen d'institutionnaliser les pratiques de transfert. A ce titre, certains auteurs, notamment de la Triple Hélice (Etzkowitz, 2017 par exemple), questionnent le rôle et l'utilité de cette institutionnalisation et du TTO. C'est dans cette perspective que deux équations alternatives sont testées dans l'analyse présentée plus bas. L'une tenant compte uniquement des activités de TT, et l'autre considérant également le TTO (en conservant tout de même les activités de TT, afin que le coefficient associé au TTO ne capte que l'effet marginal de l'existence d'un TTO, par rapport au cas où il y a uniquement des activités de TT).

4.4 Variables de contrôle

La variable *Herfindahl* correspond à l'indice de Herfindahl-Hirschman de concentration des brevets en termes de secteurs technologiques par province et

²²Parent (2008) utilise également la classification internationale des brevets à huit secteurs pour calculer ce même indicateur de proximité technologique.

²³Parmi les 22 universités ayant pris part à la dernière VQR mais ne figurant pas dans la base de données NetVal, 3 ont déclaré avoir ouvert un TTO durant la période considérée dans cette étude : Castellanza LIUC avant 2000, Napoli Pegaso et Reggio Calabria entre 2006 et 2010. Pour ces trois universités, nous avons donc considéré que les activités de TT et le TTO ont débuté respectivement en 1998 et 2006.

par an²⁴. Herfindahl est compris entre 0 et 1, avec les cas-limites suivants : 1 correspond au cas où tous les brevets d'une province sont déposés dans le même secteur technologique ; 1/8 au cas où les brevets sont répartis équitablement entre les huit secteurs ; 0 à celui où aucun brevet n'a été déposé dans la province et l'année considérées. A travers cet indicateur, nous faisons référence aux notions d'externalités de spécialisation (marshalliennes) et de diversification (jacobiennes). L'une ou l'autre pourraient avoir un impact significatif sur les activités d'innovation d'une province. L'indicateur d'Herfindahl peut également permettre de prendre en compte le degré d'homogénéité (ou d'hétérogénéité) de l'activité d'innovation d'une province.

Patent stock/100k inhab représente le stock de brevets pour 100 000 habitants par province et par an. *R&D stock* représente le stock de R&D par habitant par province et par an²⁵. Ces deux variables de stock sont construites selon la méthode proposée Griliches (1981) et détaillée notamment par Hall (1990) (perpetual inventory equation with declining balance depreciation) pour calculer le stock de connaissances²⁶ (mesurées par les dépenses de R&D). Conformément à la littérature, un taux de dépréciation de 15% est utilisé pour les deux stocks.

Le stock de brevets pour 100 000 habitants permet de tenir compte de l'intensité de l'activité d'innovation passée de la province (Porter et Stern, 2000). Le stock de R&D par habitant mesure de façon plus générale le stock de connaissances de la province (Cowan et Zinovyeva, 2013).

Afin de prendre en compte l'hétérogénéité des universités, une variable muette indiquant l'existence d'au moins une grande université sur le territoire a été ajoutée²⁷, *Big Univ*. D'une part, on peut penser que plus une université est grande, plus son activité de brevets devrait être importante, ce qui augmente les probabilités de trouver des points d'intérêt communs avec le secteur industriel local. Mais d'autre part, la taille de l'université fait généralement augmenter son caractère généraliste et internationalisé, et donc potentiellement la diversification de ses activités d'innovation.

La variable *HRST* représente la part de la population employée en Science et Technologie par province et par an. Les ressources humaines en Science et Technologie sont très souvent employées dans la littérature comme input du processus d'innovation, et plus particulièrement comme un proxy des ressources humaines dédiées de façon directe à la création de nouvelles connaissances (Porter et Stern, 2000 ; Fritsch et Slavtchev, 2011 ; Rodriguez-Pose et Comptour, 2012 ; Baesu et al., 2015).

²⁴ Aussi utilisé par Cabrer-Borras et Serrano-Domingo (2007)

²⁵ Comme les autres variables de l'étude fournies par Eurostat, les dépenses de R&D contiennent certaines années manquantes qui sont estimées en faisant la moyenne des années les plus proches.

²⁶ Cette méthode a ensuite été reprise notamment par Ulku (2004) et Hall et. al (2005) pour construire une variable de stock de brevets.

²⁷ Cette variable a été construite d'après la classification établie dans la dernière VQR (2011-2014). Chaque université est classée selon sa taille : micro, piccolo, medio, grande, macro. Les établissements appartenant aux deux dernières catégories ont été considérés comme grande. Notons que cette variable ne change pas dans le temps, mais nous ne considérons pas que cela puisse poser de problème particulier dans la mesure où la taille des universités évoluent relativement lentement, et le problème ne se poserait que dans le cas d'une province voyant son université (ou du moins sa plus grande) passant d'une taille moyenne à grande, l'évolution inverse étant encore moins probable.

Higher Education correspond à la part de la population âgée de 25 à 64 ans diplômée de l’enseignement supérieur par province et par an. Elle est également issue directement d’Eurostat. Il s’agit là aussi d’un indicateur fréquemment utilisé dans la littérature empirique comme input dans le processus d’innovation (Cowan et Zinovyeva, 2013).

GDP représente le PIB réel par habitant par province et par an. Cet indicateur est également très souvent utilisé dans la littérature pour tenir compte du niveau de richesse d’un territoire (Porter et Stern, 2000 ; Moreno et al., 2004). Là encore, il s’agit d’une variable caractérisant l’écosystème régional.

Population donne le nombre d’habitants par province et par an. Elle permet de tenir compte de l’effet taille (Porter et Stern, 2000 ; Cowan et Zinovyeva, 2013).

Enfin, *Dom A* à *H* sont huit variables muettes indiquant, pour une année donnée, la spécialisation des brevets d’une province dans un des huit domaines technologiques considérés. Il y a donc une variable muette par domaine technologique. Chacune d’entre elles prend la valeur 1 si la part de brevets déposés dans la province est la plus élevée pour le domaine considéré²⁸. Cet ensemble de variables permet de tenir compte de la spécialisation d’une province pour un domaine technologique, et donc du fait que la propension à déposer des brevets peut varier de façon significative d’un secteur à un autre (Plecherro et al., 2017 ; Fritsch et Slavtchev ; 2011).

Le tableau 2 présente les statistiques descriptives des variables.

5 Stratégie empirique

Le modèle de base est décliné en deux équations, la première incluant uniquement les activités formelles de TT des universités, et la seconde tenant compte également de la présence de TTO.

$$Tech. prox = \alpha + \beta TT activity + \gamma X + \epsilon \quad (1)$$

$$Tech. prox = \alpha + \beta_1 TT activity + \beta_2 TTO + \gamma X + \epsilon \quad (2)$$

Où *TT activity* et *TTO* représentent respectivement la présence d’au moins une université exerçant des activités de transfert de façon formelle, et la présence d’au moins un TTO dans une province une année donnée. Les variables de contrôle, *X*, correspondent à l’ensemble des variables présentées précédemment.

5.1 Modèle fractionnaire de référence

L’indicateur de proximité technologique prend des valeurs comprises entre 0 (inclus) et 1²⁹. Papke et Wooldridge (1996), et de façon plus détaillée encore, Gallani, Krishnan et Wooldridge (2016) expliquent les différents problèmes et limites fréquemment rencontrés, liés à l’utilisation de méthodes linéaires ou de

²⁸Par exemple, si une province, une année donnée, dépose 40% de ses brevets dans le secteur A, 35% dans le secteur B et 25% dans le secteur C, la variable muette relative au secteur A vaudra 1, toutes les autres vaudront 0.

²⁹22% des 684 observations (57 provinces sur 12 ans) prennent la valeur 0.

TAB. 2: Statistiques descriptives

	Moyenne	Ecart-type	Source
Tech. Prox.	0.33	0.31	PATENTS-ICRIOS et base des brevets académiques ¹
TT activity	0.24	0.43	NetVal
TTO	0.12	0.32	NetVal
Patent stock/100k inhab	2.97	1.16	PATENTS-ICRIOS
Herfindahl	0.25	0.12	PATENTS-ICRIOS
R&D stock	8.96	1.25	Eurostat
Big Univ.	0.15	0.35	Eurostat
HRST	2.64	0.22	Eurostat
GDP	9.93	0.27	Istat
Higher Education	2.42	0.20	Eurostat
Population	12.93	0.71	Istat
Dom. A	0.27	0.45	PATENTS-ICRIOS
Dom. B	0.38	0.48	PATENTS-ICRIOS
Dom. C	0.06	0.24	PATENTS-ICRIOS
Dom. D	0.02	0.16	PATENTS-ICRIOS
Dom. E	0.04	0.18	PATENTS-ICRIOS
Dom. F	0.08	0.27	PATENTS-ICRIOS
Dom. G	0.06	0.24	PATENTS-ICRIOS
Dom. H	0.09	0.29	PATENTS-ICRIOS

1. Voir Lissoni et al. (2012)

TT activity, TTO et Big Univ. n'ont pas de lag ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives sont exprimées en log ;

Nombre d'obs : 1133

modèles non-linéaires traditionnels dans le cas de variables dépendantes bornées aux deux extrémités, telles que des fractions.

Ainsi, les auteurs expliquent que les modèles linéaires sont la plupart du temps inadaptés en présence de variables dépendantes bornées en raison des propriétés particulières de ces dernières en matière de distribution. Une limitation importante des modèles linéaires est qu'ils peuvent mener à des prédictions aberrantes de la variable dépendante, c'est-à-dire inférieures à 0 ou supérieures à 1 dans le cas de fraction³⁰ (Papke et Wooldridge, 1996 ; Baum, 2008)³¹.

Par ailleurs, les variables qui sont bornées naturellement entre un minimum et un maximum ont de grandes chances d'être sujettes à des effets seuil ou plafond, induisant ainsi des réponses non constantes à l'approche des bornes, aux fluctuations des variables explicatives.

De plus, les modèles linéaires tels que les Moindres Carrés Ordinaires (MCO) estiment des effets partiels constants. Bien que cela facilite l'interprétation des résultats, les effets partiels constants sont incompatibles avec des variables dépendantes bornées, surtout quand une part significative des observations se situe aux bornes.

L'inadéquation des modèles d'estimation linéaires pour prédire des réponses bornées a été largement abordée dans la littérature et des méthodes économétriques alternatives ont été suggérées (Noreen, 1998 ; Maddala, 1991), dont les transformations logit et probit des données, ou encore les régressions tronquées ou censurées³², mais là aussi avec un certain nombre de limites³³.

Pour répondre aux différents défis méthodologiques évoqués dans la littérature, Papke et Wooldridge (1996) propose une méthode, rapidement devenue la référence en la matière, pour traiter les cas où la variable dépendante est une fraction prenant des valeurs aux bornes³⁴. Ce modèle non-linéaire prend la forme suivante :

$$E(y_i|x_i) = G(x_i\beta) \quad (3)$$

Où $G(\cdot)$ est une fonction connue satisfaisant la contrainte $0 < G(z) < 1$ pour tout $z \in \mathbb{R}$. Cela assure que les valeurs prédites de y soient comprises entre 0 et 1. Les auteurs expliquent que l'équation 3 est bien définie même dans les cas où y_i peut prendre les valeurs 0 ou 1 avec une probabilité positive. En pratique, $G(\cdot)$ correspond souvent à la fonction de répartition logistique ou normale.

³⁰De ce fait, l'effet d'une variable X donnée ne peut pas être constant sur tout l'intervalle de X , à moins que ce dernier ne soit très limité.

³¹A titre d'exemple, en estimant l'équation de référence (eq. 1 considérant uniquement les activités de transfert) avec un modèle en panel à effets fixes, 72 observations sur 627 des valeurs prédites de *Tech.Prox.* (soit 11,48%) tombent hors de l'intervalle unitaire (cf figure 2). A noter que les prédictions hors de l'intervalle unitaire ne disparaissent pas si l'on fait à nouveau les estimations en supprimant ces 72 observations de l'échantillon.

³²Un moyen souvent utilisé dans la littérature consiste à appliquer une transformation logistique à la variable dépendante et à modéliser ensuite les log-odds ratio comme une fonction linéaire (Papke et Wooldridge, 1996) : $E(\log[y/(1-y)]|x) = x\beta$

³³Voir notamment **Baum (2008)** et **Gallani, Krishnan et Wooldridge (2016)**.

³⁴La distribution *beta*, que nous présenterons plus bas dans le cadre des modèles à inflation de zéros, est également utilisée dans la littérature en présence de fractions mais elle présente une limitation importante : chaque valeur de l'intervalle unitaire doit être prise avec une probabilité nulle. Cette distribution est donc difficile à justifier dans les cas où une partie de l'échantillon prend des valeurs extrêmes.

L'estimation se fait ensuite par le biais d'un *quasi-maximum likelihood*, avec la fonction de log-vraisemblance de Bernoulli telle que :

$$l_i(b) = y_i \log[G(x_i b)] + (1 - y_i) \log[1 - G(x_i b)] \quad (4)$$

Cette méthode a donc été appliquée en prenant une fonction de répartition normale. L'estimation a été réalisée à l'aide de la commande *fracreg*³⁵ de STATA en *clusterisant les standard errors* par NUTS3.

5.2 Modèle beta à inflation de zéros

Baum (2008) alerte sur le fait que les valeurs aux bornes (0 et 1) peuvent être générées par un processus différent de celui des valeurs intermédiaires. Dans le cas qui nous intéresse, l'indicateur de proximité technologique peut valoir 0 pour différentes raisons :

1. Quand il y a des brevets académiques et non-académiques dans la province mais aucune correspondance entre eux
2. Quand il y a des brevets académiques (respectivement non-académiques) mais aucun brevet non-académique (respectivement académique)
3. Quand il n'y a aucun brevet dans une province et une année données

On peut donc penser que ces situations ne relèvent pas du même processus de génération de données (notamment la dernière comparée aux deux premières). Ce phénomène peut induire un problème de biais d'échantillonnage (*sample selection*) (Baum, 2008).

Afin de prendre ce type de problème en compte, une nouvelle catégorie de modèles a récemment été développée : les modèles de distribution bêta à inflation de zéros³⁶³⁷.

5.3 Prise en compte de l'endogénéité

5.3.1 Modèle récursif

Dans les estimations précédentes, l'endogénéité potentielle liée à l'existence d'activités de TT ou de TTO n'a pas été prise en compte. Pourtant, on peut penser que la présence de ces derniers dépende du degré de proximité technologique. En effet, la probabilité qu'une université décide de s'engager dans des activités de TT (ou de créer un TTO) peut augmenter quand le contexte local est favorable et que leur développement constitue une réelle opportunité, c'est-à-dire quand les entreprises sont susceptibles d'être intéressées par la recherche académique.

³⁵*fracreg* a été privilégiée car il s'agit d'une commande officielle de STATA, dont la fiche technique cite Papke et Woodridge (1996). Les commandes mentionnées dans la littérature (*glm* et *fracglm*, Williams, 2018) donnent des résultats similaires.

³⁶La loi bêta est une distribution flexible comprise entre 0 et 1 (bornes non comprises). Elle dépend de deux paramètres : la moyenne et le paramètre d'échelle, la variance dépend de ces deux termes pouvant être estimés en fonction des variables explicatives. Voir présentation de Marteen Bluis (auteur de la commande *zoib* sur STATA) : https://www.stata.com/meeting/germany10/germany10_buis.pdf

³⁷L'estimation par maximum de vraisemblance se fait en trois parties : deux régressions logistiques estimant respectivement la probabilité d'avoir $y = 0$ et $y = 1$ (seule la première est réalisée dans le cas présent), puis l'estimation de la distribution de y quand $0 < y < 1$ à l'aide du modèle bêta.

Nous avons donc testé l'endogénéité dans notre modèle à l'aide d'un modèle récursif constitué d'un modèle fractionnaire et d'un probit et estimé avec un QMLE. Cette méthode est détaillée dans Monfardini et Radice (2008) pour le cas d'un probit bivarié et Wooldridge (2014) y fait mention pour tester l'endogénéité d'une variable binaire dans un modèle fractionnaire.

Ce modèle est formé de deux équations, une première pour la variable muette potentiellement endogène, dite équation auxiliaire, la seconde représentant la relation d'intérêt (principale variable expliquée en fonction de la variable potentiellement endogène) :

$$\begin{aligned} y_{1i} &= \beta'_1 x_{1i} + u_{1i} \\ y_{2i} &= \beta'_2 x_{2i} + u_{2i} = \delta_1 y_{1i} + \delta'_2 z_{2i} + u_{2i} \end{aligned}$$

Les termes d'erreurs sont assumés comme étant indépendamment et identiquement distribués selon une loi normale, telle que :

$$\begin{pmatrix} u_{1i} \\ u_{2i} \end{pmatrix} \sim IIDN \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

Dans ce modèle, la condition d'exogénéité dépend du coefficient de corrélation ρ pouvant être interprété comme la corrélation entre les variables explicatives non-observées des deux équations. En d'autres termes, $\rho = 0$ signifie que y_{1i} est exogène dans la seconde équation (cette dernière peut donc être estimée de façon isolée). Dans le cas contraire, y_{1i} est endogène, ce qui signifie que les deux équations doivent être estimées ensemble.

Une variable supplémentaire a été ajoutée en guise d'instrument à l'équation expliquant les activités de TT (ou le TTO). Il s'agit de la part des enseignants-chercheurs³⁸ en Sciences Techniques et Santé (STS) sur le nombre total d'enseignants-chercheurs dans une province donnée (exprimé en log). Cette dernière est une sorte d'indice de spécialisation des universités dans les domaines STS.

La motivation pour cette variable est la suivante : la spécialisation des universités en STS est supposée augmenter la probabilité de s'impliquer dans le transfert (ou d'avoir un TTO), mais ne pas être corrélée aux résidus des équations 5 et 6. En effet, cet indicateur concerne exclusivement le pan académique et n'informe en rien sur le volume ni les orientations des activités industrielles, étant donnée que les enseignants-chercheurs de l'université ne sont pas liés directement à l'industrie. D'autant plus que le processus de recrutement des enseignants-chercheurs est relativement long en Italie et les décisions d'embauche sont prises par les universités selon différents facteurs, au premier rang desquels on retrouve les besoins pédagogiques. Par ailleurs, le taux de spécialisation de l'université en STS ne dit rien sur l'orientation dans des domaines particuliers, et ne garantit donc en aucun cas une plus grande proximité dans les thématiques de recherche³⁹.

³⁸Professori associati e ordinari. Source : Cineca (<http://cercauniversita.cineca.it/php5/docenti/cerca.php>)

³⁹L'indicateur de proximité technologique étant construit sur la base des dépôts de brevets, qui peuvent être rattachés en très grande majorité à des champs disciplinaires des STS.

Le modèle estimé est donc le suivant⁴⁰ :

$$TT \text{ activity} = \theta + \delta Instr. + \lambda X + e \quad (5)$$

$$Tech.prox = \alpha + \beta TT \text{ activity} + \gamma X + u \quad (6)$$

5.3.2 Test d'endogénéité alternatif : le Variable Addition Test

Afin de confirmer le résultat précédent d'exogénéité des deux variables d'intérêt, un test alternatif a été réalisé. Il s'agit d'une méthode proposée par Wooldridge (2014) pour le même cas de figure : modèle fractionnaire avec variable binaire potentiellement endogène. L'auteur présente ce *Variable Addition Test* (VAT) comme une alternative au test précédent, permettant d'éviter le recours à l'estimation par quasi-maximum de vraisemblance, méthode relativement lourde pouvant parfois prendre du temps à réaliser.

Il s'agit d'une estimation en deux étapes (*two-stage*, contrairement au test sur ρ dans le modèle récursif qui était joint) :

1. Dans une première étape, un probit est estimé, exprimant la variable potentiellement endogène (*TT activity* ou *TTO*) en fonction de toutes les autres variables indépendantes du modèle ainsi que l'instrument⁴¹⁴².

$$E(y_1|z, v_1) = \phi(z\delta_1 + v_1) \quad (7)$$

- Les résidus généralisés (Gourieroux et al., 1987), $\hat{g}r_{i1}$, sont générés⁴³. Wooldridge (2014) explique que pour une observation i , si y_1 suit un probit, les résidus généralisés sont liés à l'inverse du ratio de Mills, $\lambda(\cdot) = \phi(\cdot)/\Phi(\cdot)$:

$$\hat{g}r_{i1} = y_{i1}\lambda(z_i\hat{\delta}_1) - (1 - y_{i1})\lambda(-z_i\hat{\delta}_1) \quad (8)$$

où ϕ et Φ représentent respectivement les fonctions de densité et de répartition de la loi normale⁴⁴.

2. L'estimation du modèle fractionnaire probit est ensuite réalisée en ajoutant les résidus généralisés aux autres variables explicatives :

$$E(y_{i2}|y_{i1}, z_i) = \phi(x_{i2}\beta + \eta gr_{i1}) \quad (9)$$

où x_2 est une fonction générale de (y_1, z_2) et z_2 est un sous-ensemble strict de z .

⁴⁰Seul le modèle de référence contenant uniquement les activités de TT (correspondant à l'équation 1) est représenté ici, mais celui contenant également le TTO (correspondant à l'équation 2) est construit de la même façon.

⁴¹Contrairement au test précédent, nous utilisons dans cette première étape les variables indépendantes telles qu'elles sont employées dans l'équation principale, c'est-à-dire sans changer de lag. Ceci est conforme à la procédure classique de test d'endogénéité avec variable instrumentale.

⁴²Les indices 1 et 2 de la variable potentiellement endogène et de la variable expliquée ont été inversés ici par rapport à la notation de Wooldridge (2014), afin de conserver la cohérence avec le modèle récursif présenté précédemment.

⁴³Quand la variable potentiellement endogène est continue, les résidus généralisés correspondent aux résidus classiques des MCO, et on retrouve l'approche des fonctions de contrôle.

⁴⁴Pour le calcul des résidus généralisés, nous avons suivi le protocole proposé sur le forum de STATA (<https://www.stata.com/statalist/archive/2003-12/msg00650.html>). L'auteur de cette réponse, Scott Merryman, a développé plusieurs commandes pour le logiciel.

Le test d'endogénéité se fait ensuite par rapport à la significativité du coefficient associé aux résidus généralisés, η , selon le test d'hypothèse suivant :

$$\begin{aligned} H_0 & : \eta = 0 \\ H_1 & : \eta \neq 0 \end{aligned}$$

Le rejet de l'hypothèse nulle indique la présence d'endogénéité. Dans ce cas, il est préférable de conserver le modèle fractionnaire récursif. Dans le cas contraire, on peut accepter l'hypothèse nulle d'exogénéité et les modèles fractionnaires simples et à inflation de zéros peuvent être conservés.

6 Résultats

6.1 Analyse préliminaire

On peut supposer que les activités de TT exercées par l'université mettent un peu de temps avant de devenir efficaces et d'avoir un réel impact. En effet, il est peu probable qu'aussitôt ces activités instituées, l'ensemble des acteurs académiques et non-académiques changent leurs habitudes (de ne pas collaborer du tout entre eux, ou de collaborer de façon informelle) et se tournent directement vers le personnel dédié au sein de l'université. Dans ce contexte, le décalage temporel pouvant exister entre le moment de la mise en place des activités de transfert (ou des TTO) et celui où des effets commencent à se faire ressentir est pris en compte. Ainsi, six décalages temporels différents ont été testés sur l'équation 1⁴⁵ et comparés à l'aide du critère d'information AIC.

TAB. 3: Choix du lag à l'aide du critère d'information AIC

	TT activity		
	Coefficient	Standard error	AIC
Lag 1	0,238***	0,081	794,2127
Lag 2	0,217**	0,076	794,5527
Lag 3	0,246***	0,073	793,9749
Lag 4	0,150**	0,076	795,5833
Lag 5	0,186**	0,074	795,1168
Lag 6	0,170**	0,073	795,3925

Les résultats suggèrent de sélectionner le lag de trois ans. Dans ce qui suit, un lag de trois ans sera donc appliqué aux variables *TT activity* et *TTO*.

6.2 Modèle fractionnaire de référence

Le tableau 4 montre les résultats liés à l'équation contenant uniquement les activités de transfert (équation 1)⁴⁶. Plus particulièrement, il est composé des résultats de l'équation de référence pour la régression linéaire (première

⁴⁵Avec la commande *fracreg*, *probit*.

⁴⁶Dans un souci de lisibilité, seuls les effets marginaux moyens sont présentés ici.

TAB. 4: Modèle fractionnaire - TT activity

Tech. prox	(1) MCO	(2) Frac.	(3) Frac.	(4) Frac.	(5) Frac.	(6) Frac.
TT activity	0.0161 (0.0325)	0.0826*** (0.0244)	0.0773*** (0.0249)	0.248*** (0.0239)	0.131*** (0.0261)	0.0841*** (0.0244)
Patent stock/100k inhab	0.0813 (0.0939)	0.148*** (0.0183)	0.179*** (0.0201)		0.0734*** (0.0113)	0.152*** (0.0167)
Herfindahl	-0.151 (0.153)	-0.260* (0.149)	-0.194 (0.151)		-0.671*** (0.134)	-0.250* (0.147)
R&D stock	-0.114 (0.172)	0.0147 (0.0106)	0.0205* (0.0118)			
Big Univ.	0 (.)	0.00348 (0.0254)	-0.0143 (0.0264)			
HRST	-0.487* (0.289)	-0.183 (0.188)	-0.390*** (0.127)			
GDP	-0.00688 (0.758)	-0.227** (0.111)				-0.287*** (0.0691)
Big Firms			-0.0358*** (0.00999)			
Pub. R&D			0.106*** (0.0360)			
Higher Education	0.484* (0.250)	0.149 (0.106)	0.137 (0.110)			
Population	-0.472 (0.608)	0.146*** (0.0173)	0.187*** (0.0225)			0.142*** (0.0139)
Wald chi2	-	447.53***	504.01***	178.67***	265.32***	429.12***
Pseudo R2	-	0.1343	0.1396	0.0549	0.0958	0.1328
Observations	627	627	627	684	684	627

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; les dummies années et spécialisation technologiques sont incluses ; La colonne (1) montre les coefficients des MCO ; Toutes les autres colonnes montrent les effets marginaux moyens ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

colonne) et avec le modèle fractionnaire (deuxième colonne), suivi de différentes déclinaisons de ce dernier modèle (colonnes (3) à (6)).

En premier lieu, on peut observer que seules deux variables sont significatives à 10% dans la régression linéaire : *HRST* et *Higher Education*, qui ne sont pas significatives dans le modèle fractionnaire. A l'inverse, d'autres variables telles que *TT activity*, *Patent stock/100k inhab*, *GDP* ou *Population*, qui ont toutes un effet significatif à 1% dans les colonnes (2) à (6), ne le sont pas du tout dans la régression linéaire. L'absence globale de significativité, et notamment concernant des variables de contexte (stock de brevets, population ou encore niveau de richesse) montre bien la différence des résultats selon le modèle utilisé.

En nous concentrant à présent sur les résultats du modèle fractionnaire (colonnes (2) à (6)), il faut avant tout noter que relativement peu de variables sont significatives. Plus particulièrement, on peut observer dans la deuxième colonne que le stock de brevets et la population ont un effet positif et significatif au seuil de 1%. On peut supposer que cela traduise un effet taille, que ce soit en termes de volume de l'activité d'invention ou de nombre de résidents : la probabilité que les chercheurs académiques et non-académiques d'une province trouvent des points d'intérêt communs augmente dans les grandes agglomérations ou dans les zones dynamiques sur le plan de l'innovation.

Par ailleurs, l'indice d'Herfindahl et le PIB par habitant ont un coefficient négatif et significatif. Ces résultats ne sont pas nécessairement surprenants. Une interprétation possible du coefficient négatif de la première variable est la suivante : si les brevets dans une province sont concentrés dans un petit nombre de domaines technologiques, la probabilité que communauté universitaire et entreprises aient les mêmes spécialisations est plus faible, surtout si l'on tient compte du fait que la composition d'un système industriel peut généralement changer plus rapidement que les orientations de recherche d'une université (suite par exemple à des délocalisations ou à de nouvelles implantations sur le territoire).

Pour ce qui est de l'effet négatif du PIB par habitant, une explication réside dans le fait que les provinces plus riches sont susceptibles d'avoir un plus grand nombre de firmes impliquées dans les activités de brevets. De plus, l'écosystème de production y est plus complexe et certaines grandes entreprises peuvent avoir davantage de facilités (ou d'opportunités) pour contacter d'autres universités que celles implantées localement, potentiellement plus spécialisées dans les problématiques concernées⁴⁷. A l'inverse, dans les territoires moins dynamiques, les entreprises peuvent être davantage dépendantes de l'université locale, et donc collaborer plus fréquemment avec elle. En ce sens, ce signe négatif observé est en accord avec les résultats de Huggins et Johnston (2009)⁴⁸. Ces différents éléments constituent autant de facteurs en mesure de diminuer le degré de coïncidence entre les spécialités académiques et non-académiques. Une autre explication plus technique du signe négatif peut résider dans la corrélation positive très élevée (0,83) entre le stock de brevets et le PIB. Ainsi, lorsque l'on supprime le stock de brevets de la régression, le PIB n'est plus significatif.

Il faut toutefois souligner que le PIB est une variable très générale qui

⁴⁷C'est ce que démontrent Bodas Freitas et al. (2011, 2013).

⁴⁸Une des conclusions de leur étude sur la contribution des universités britanniques au développement économique régional est la suivante : la performance économique globale des régions est inversement corrélée à leur niveau de dépendance envers les universités du territoire.

peut potentiellement capter un certain nombre d'autres phénomènes non pris en compte par les autres facteurs explicatifs du modèle. Pour tenter de remédier, même partiellement, à ce problème, deux variables supplémentaires ont été créées : la première représentant le nombre de grandes entreprises implantées dans la province⁴⁹, *Big Firms*, la seconde donnant une indication des efforts de R&D consentis par la sphère publique en proportion du totale des dépenses de R&D⁵⁰, *Pub. R&D* et donc de l'importance qui est accordée à la recherche et à l'innovation par les pouvoirs publics. L'idée avec cette dernière variable étant qu'un rapprochement entre les deux sphères peut être aussi le fruit de politiques incitatives ou d'aide initiées par les instances publiques, autres que les seules activités de transfert des universités.

Ces deux variables ont été intégrées dans la troisième colonne à la place du PIB. Sans grande surprise, on peut observer que l'implantation de grandes entreprises sur le territoire a un effet négatif et significatif et que l'intensité de la R&D publique a un effet positif sur la proximité technologique⁵¹. A noter que lorsque ces deux variables sont intégrées tout en gardant le PIB, les résultats restent inchangés et le PIB garde un effet négatif et significatif.

Pour finir, on peut remarquer que *TT activity* a toujours un effet positif et significatif au seuil de 1%, ce qui semble confirmer l'hypothèse selon laquelle les activités de TT exercées par les universités de façon formelle tendent à rapprocher les communautés académique et non-académique sur le plan de la recherche. Pour ce qui est de l'ampleur, on remarque que c'est dans la deuxième et la troisième colonnes que l'effet des activités de transfert est le moins important, ce qui semble logique car ce sont également les spécifications qui tiennent compte du plus grand nombre de facteurs explicatifs.

En prenant la deuxième colonne comme exemple, on peut dire que toutes choses égales par ailleurs, la présence dans une province d'au moins une université exerçant des activités de transfert fait augmenter l'indicateur de proximité technologique de 8,2%. Le fait que cet effet soit relativement modéré est cohérent avec la description qui a été faite précédemment sur les activités de transfert (et plus particulièrement les TTO) italiens. En effet, les transferts Université-Industrie sont restés pendant de longues années un épiphénomène, et ce n'est que récemment que leur institutionnalisation et leur démocratisation se sont opérées.

Le tableau 5 est construit de la même façon que le précédent, à la différence près qu'il considère le modèle de référence comprenant les TTO. Les commentaires faits sur les variables de contrôle dans le tableau 4 sont valables ici aussi.

⁴⁹Il s'agit d'une élaboration personnelle à partir de la base PATSTAT CRIOS. Afin que la variable représente au mieux la présence des entreprises sur les territoires, nous avons considéré une nouvelle fois la localisation des inventeurs. La construction s'est faite en deux étapes principales : d'abord, l'identification des entreprises déposant le plus de brevets en Italie dans chaque secteur ; puis la localisation des brevets de ces entreprises sur le territoire italien : au-delà d'un certain nombre de brevets déposés dans la même province sur toute la période, nous avons considéré que l'entreprise y avait un siège (principal ou secondaire). La méthode appliquée pour déterminer les seuils aux deux étapes n'est pas présentée ici par souci de lisibilité, mais une description détaillée peut être fournie sur demande.

⁵⁰Il s'agit simplement du rapport entre dépenses de R&D publiques (gouvernement et université) et totales par région et par an (Source : Eurostat).

⁵¹Des régressions ont ensuite été réalisées en remplaçant la variable *Pub. R&D* de façon alternative par la part des dépenses gouvernementales, puis par celle des universités. Les résultats suggèrent que ce sont les universités qui portent cet effet, car la part des dépenses du gouvernement n'est jamais significative.

TAB. 5: Modèle fractionnaire - TTO

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	OLS	Frac.	Frac.	Frac.	Frac.	Frac.
TT activity	0.0213 (0.0329)	0.0723*** (0.0250)	0.0671*** (0.0257)	0.200*** (0.0274)	0.109*** (0.0276)	0.0744*** (0.0251)
TTO	-0.0234 (0.0290)	0.0329 (0.0270)	0.0341 (0.0260)	0.128*** (0.0293)	0.0694** (0.0287)	0.0316 (0.0272)
Patent stock/100k inhab	0.0819 (0.0942)	0.147*** (0.0184)	0.178*** (0.0201)		0.0709*** (0.0113)	0.151*** (0.0167)
Herfindahl	-0.153 (0.154)	-0.257* (0.149)	-0.188 (0.151)		-0.652*** (0.134)	-0.247* (0.147)
R&D stock	-0.116 (0.172)	0.0150 (0.0106)	0.0206* (0.0118)			
Big Univ.	0 (.)	0.00459 (0.0253)	-0.0129 (0.0263)			
HRST	-0.475 (0.290)	-0.178 (0.188)	-0.390*** (0.127)			
GDP	0.000202 (0.761)	-0.230** (0.111)				-0.287*** (0.0689)
Big Firms			-0.0370*** (0.0101)			
Pub. R&D			0.105*** (0.0360)			
Higher Education	0.468* (0.252)	0.149 (0.107)	0.142 (0.110)			
Population	-0.465 (0.615)	0.143*** (0.0175)	0.185*** (0.0224)			0.140*** (0.0141)
Wald chi2	-	452.77***	526.75***	212.89***	286.81***	433.19***
Pseudo R2	-	0.1346	0.1400	0.0597	0.0972	0.1331
Observations	627	627	627	684	684	627

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; les dummies années et spécialisation technologiques sont incluses ; La colonne (1) montre les coefficients des MCO ; Toutes les autres colonnes montrent les effets marginaux moyens ; Standard errors robustes entre parenthèses ;
* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

L'effet marginal moyen des activités de TT est toujours positif et significatif, bien qu'il ait un peu baissé en importance (il est désormais compris entre 7,23% et 20%, contre des valeurs allant de 8,26% à 24,8% précédemment).

Le TTO a un effet marginal moyen positif et significatif dans les colonnes (4) et (5), avec une valeur maximale de 12,8% dans la colonne (4) qui diminue néanmoins fortement dès que l'on intègre de nouvelles variables de contrôle (6,94% dans la cinquième colonne) pour finir par ne plus être significatif du tout lorsque l'on ajoute deux indicateurs structurels relatifs à la taille et la richesse de la province.

Globalement, l'effet de la présence d'un TTO sur le territoire est donc *a priori* encore incertain. Une fois de plus, ce résultat n'est pas très surprenant au vu du constat réalisé au début de cette partie : les TTO italiens sont relativement jeunes (d'autant plus dans la période considérée dans cette étude) et sont plus petits que la moyenne européenne. Ce manque d'expérience couplé à des ressources potentiellement insuffisantes peuvent expliquer, au moins en partie, l'absence d'effet incontestable de l'existence de telles structures. Rappelons que le TTO mesure ici uniquement l'effet marginal de l'institutionnalisation de ces activités de transfert, ces dernières étant en elles-mêmes déjà captées par la variable *TT activity*. Mais cette institutionnalisation n'ayant pas été accompagnée d'un accroissement significatif des moyens investis, il semble cohérent qu'elle n'ait pas eue, pour l'instant du moins, un impact plus important.

6.3 Modèle bêta à inflation de zéros

Conformément à la description faite précédemment, deux équations ont donc été spécifiées : la première concernant la distribution de la variable dépendante lorsqu'elle est strictement positive, la seconde expliquant la probabilité d'avoir $y = 0$. Les résultats sont présentés sous forme de tableaux en deux parties : proportion et inflation de zéros. Dans les deux cas, les mêmes variables de contrôle ont été utilisées. Il est ainsi attendu qu'une variable ayant un effet positif sur la proportion ait un effet négatif sur la probabilité d'avoir un 0.

Le tableau 6 présente les résultats du modèle contenant uniquement les activités de TT. Comme précédemment, on peut observer que seul un petit nombre de variables a un effet significatif, avec toutefois quelques changements. La population et le stock de brevets pour 100 000 habitants ont un effet positif et significatif (sauf dans la troisième colonne pour le cas du stock de brevets) sur la proportion et un effet négatif et significatif sur la probabilité d'avoir un 0. L'indice d'Herfindahl et le PIB ne sont pas significatifs dans la première partie du tableau mais le sont parfois dans la seconde partie. Notons que dans ces deux cas, l'effet positif sur la probabilité d'avoir un zéro est cohérent avec les résultats présentés à la partie précédente. Par ailleurs, la part de personnes employées en Science et Technologie (*HRST*) a un effet négatif et significatif au seuil de 10% dans la première partie du tableau, mais il ne l'est pas lorsque l'on considère les effets marginaux (tableau 7). Il est donc difficile de le commenter.

Enfin, le coefficient de *TT activity* est toujours significatif, avec le signe attendu (positif dans la première partie et négatif dans la seconde). Cela tend à confirmer les premières conclusions tirées du paragraphe précédent.

TAB. 6: Modèle Beta à inflation de zéros - Coefficients

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Proportion</i>					
TT activity	0.320*** (0.112)	0.597*** (0.140)	0.525*** (0.159)	0.428*** (0.139)	0.334*** (0.110)
Patent stock/100k inhab	0.371*** (0.118)		0.0826 (0.0657)	0.155** (0.0667)	0.357*** (0.101)
Herfindahl	0.625 (0.685)		0.161 (0.792)	-0.261 (0.581)	
R&D stock	0.0309 (0.0670)				
Big Univ.	0.104 (0.129)				
HRST	-1.710* (0.901)				-0.930* (0.513)
GDP	0.231 (0.607)				
Higher Education	0.696 (0.524)				
Population	0.315*** (0.0958)				0.318*** (0.0948)
<i>Zero-inflate</i>					
TT activity	-1.011** (0.504)	-2.125*** (0.434)	-1.285*** (0.422)	-1.149*** (0.445)	-1.043** (0.473)
Patent stock/100k inhab	-1.517*** (0.401)		-0.624*** (0.177)	-0.666*** (0.179)	-1.621*** (0.325)
Herfindahl	0.863 (1.461)		5.939*** (1.836)	6.591*** (1.890)	
R&D stock	-0.114 (0.147)				
Big Univ.	-0.451 (0.524)				
HRST	-2.731 (3.590)				
GDP	3.380** (1.477)				1.543 (1.219)
Higher Education	-0.465 (2.218)				
Population	-2.538*** (0.378)				-2.589*** (0.286)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	144.90***	37.65***	41.03***	346.4***	366.3***
Observations	627	684	684	684	627

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 7: Modèle Bêta à inflation de zéros - Effets Marginaux Moyens

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0984*** (0.0293)	0.280*** (0.0445)	0.179*** (0.0444)	0.145*** (0.0400)	0.103*** (0.0292)
Patent stock/100k inhab	0.127*** (0.0263)		0.0538*** (0.0168)	0.0664*** (0.0165)	0.130*** (0.0216)
Herfindahl	0.0822 (0.140)		-0.331* (0.194)	-0.419*** (0.161)	
R&D stock	0.0101 (0.0149)				
Big Univ.	0.0367 (0.0341)				
HRST	-0.211 (0.237)				-0.173* (0.0949)
GDP	-0.0881 (0.129)				-0.0604 (0.0460)
Higher Education	0.147 (0.149)				
Population	0.157*** (0.0219)				0.161*** (0.0191)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Observations	627	684	684	684	627

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ;

Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; les dummies années sont incluses ;

Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

Si l'on considère les effets marginaux moyens (tableau 7)⁵², on peut voir que l'amplitude de l'effet des activités de transfert est légèrement plus élevée que dans les estimations précédentes : toutes choses égales par ailleurs, la présence d'au moins une université exerçant ce type d'activités dans une province induit une agmentation de 9,84% de l'indicateur de proximité technologique (colonne (1)), contre 8,26% précédemment (tableau 4).

Analysons à présent les estimations du modèle intégrant la variable *TTO* présentées dans le tableau 8⁵³. On peut faire globalement les mêmes commentaires que précédemment concernant les variables de contrôle. Le coefficient des activités de transfert est toujours significatif (avec les signes attendus). Cette fois, le *TTO* n'est jamais significatif, quelle que soit la spécification du modèle.

Les effets marginaux moyens de la variable *TT activity* sont légèrement plus faibles que précédemment : 9,05% dans la deuxième colonne et 9,34% dans la première.

6.4 Prise en compte de l'endogénéité

6.4.1 Modèle récursif

Les estimations ont été réalisées à l'aide de la fonction *cmp* de STATA. Cette dernière permet de spécifier plusieurs équations, en précisant à chaque fois le type de modèle à appliquer : dans notre cas, l'équation principale (équation 6) est estimée par un modèle fractionnaire probit et l'équation auxiliaire (équation 5) avec un probit⁵⁴. Les *standard errors* sont une nouvelle fois *clusterisées* par NUTS 3.

Les tableaux 11 et 12 en annexe présentent les résultats en deux parties, comme le fait STATA : la première montre les résultats relatifs à l'équation principale, et la seconde ceux de l'équation auxiliaire⁵⁵. On peut tout d'abord remarquer que la variable externe *Prof.* a un effet positif et significatif sur *TT activity* et *TTO*.

Comme expliqué précédemment, dans les modèles récursifs tester l'exogénéité d'une variable revient à tester si $\rho = 0$. Pour ce faire, il faut dans un premier temps estimer le modèle récursif (colonne (1) des tableaux 11 et 12), puis refaire la même estimation en imposant *atanrho* nul (ce qui revient à poser la contrainte $\rho = 0$)⁵⁶. Enfin, un Likelihood-ratio (LR) test est réalisé. Le rejet de l'hypothèse nulle signifie que ρ est significativement différent de 0, suggérant donc que la variable considérée est effectivement endogène et que le modèle récursif est plus approprié.

Le LR test réalisé dans le cadre du modèle considérant uniquement les acti-

⁵²Il s'agit ici des effets marginaux globaux, les effets des différentes variables sur la proportion quelle qu'elle soit la valeur qu'elle prend (0, 1 ou n'importe quelle valeur intermédiaire). <https://www.stata.com/statalist/archive/2011-10/msg01524.html>

⁵³Le nombre de colonnes diffère des tableaux précédents car certains modèles avec peu de variables de contrôle ne convergeaient pas.

⁵⁴Comme nous appliquons un lag de trois ans aux variables *TT activity* et *TTO*, toutes les variables explicatives dans cette équation ont également un lag de trois ans (au lieu d'un an) afin d'éviter que la variable dépendante soit prédéterminée.

⁵⁵*Atanrho* est une transformation (arc-hyperbolique tangente) du coefficient de corrélation.

⁵⁶<https://www.stata.com/statalist/archive/2011-03/msg00248.html>

TAB. 8: Modèle Bêta à inflation de zérosI - Coefficients

Tech. prox	(1)	(2)	(3)
<i>Proportion</i>			
TT activity	0.273** (0.109)	0.273** (0.109)	0.293*** (0.108)
TTO	0.162 (0.121)	0.162 (0.121)	0.144 (0.125)
Patent stock/100k inhab	0.358*** (0.115)	0.358*** (0.115)	0.345*** (0.0973)
Herfindahl	0.645 (0.688)	0.645 (0.688)	
R&D stock	0.0358 (0.0665)	0.0358 (0.0665)	
Big Univ.	0.109 (0.128)	0.109 (0.128)	
HRST	-1.669* (0.891)	-1.669* (0.891)	-0.917* (0.500)
GDP	0.205 (0.612)	0.205 (0.612)	
Higher Education	0.693 (0.522)	0.693 (0.522)	
Population	0.307*** (0.0967)	0.307*** (0.0967)	0.310*** (0.0960)
Tech. Spec.	Yes	Yes	Yes
<i>Zero-inflate</i>			
TT activity	-1.079** (0.465)	-1.031** (0.476)	-1.077** (0.427)
TTO	0.0336 (0.446)	0.0528 (0.432)	0.00448 (0.481)
Patent stock/100k inhab	-1.493*** (0.391)	-1.518*** (0.407)	-1.565*** (0.316)
Herfindahl	0.614 (1.318)	0.871 (1.477)	
R&D stock	-0.149 (0.142)	-0.114 (0.147)	
Big Univ.	-0.332 (0.537)	-0.446 (0.533)	
HRST	-1.932 (3.437)	-2.722 (3.598)	
GDP	3.017** (1.493)	3.382** (1.474)	1.446 (1.247)
Higher Education	-0.864 (2.193)	-0.473 (2.231)	
Population	-2.591*** (0.346)	-2.543*** (0.380)	-2.576*** (0.294)
Tech. Spec.	No	Yes	No
Wald chi2	562.2***	146.51***	357.8***
Observations	627	627	627

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 9: Modèle Bêta à inflation de zéros - Effets Marginaux moyens

Tech. prox	(1)	(2)	(3)
TT activity	0.0934*** (0.0272)	0.0905*** (0.0276)	0.0978*** (0.0264)
TTO	0.0286 (0.0302)	0.0279 (0.0301)	0.0265 (0.0318)
Patent stock/100k inhab	0.126*** (0.0262)	0.125*** (0.0258)	0.127*** (0.0215)
Herfindahl	0.0949 (0.134)	0.0855 (0.140)	
R&D stock	0.0126 (0.0148)	0.0111 (0.0146)	
Big Univ.	0.0333 (0.0343)	0.0374 (0.0342)	
HRST	-0.232 (0.235)	-0.203 (0.237)	-0.170* (0.0923)
GDP	-0.0821 (0.132)	-0.0933 (0.130)	-0.0583 (0.0492)
Higher Education	0.163 (0.148)	0.147 (0.148)	
Population	0.160*** (0.0222)	0.155*** (0.0220)	0.161*** (0.0197)
Observations	627	627	627

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

ités de TT donne le résultat suivant :

$$\begin{aligned} LR\ chi2(1) &= 0,63 \\ p - value &= 0,4279 \end{aligned}$$

Le test n'étant pas significatif au seuil de 5%, il ne permet donc pas de rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle $\rho = 0$. Il n'est donc pas nécessaire de considérer le modèle récursif, on peut conserver le modèle *fractional probit*.

Le même protocole a été appliqué au modèle intégrant la variable *TTO*, pour vérifier si cette dernière est endogène, en considérant désormais la variable *TT activity* comme exogène. Le LR test conduit au résultat suivant :

$$\begin{aligned} LR\ chi2(1) &= 0,23 \\ p - value &= 0,6290 \end{aligned}$$

Cette fois encore, le test ne permet pas de rejeter l'hypothèse nulle, suggérant ainsi de conserver le modèle *fractional probit*.

6.4.2 Test d'endogénéité alternatif : le Variable Addition Test

Le VAT a donc été réalisé dans les deux équations de référence (equ. 1 et 2) selon le protocole présenté précédemment. Les résultats sont les suivants :

- Lorsque l'on considère uniquement les activités de TT :

$$\eta = 0,076 \quad (Rob.S.E. = 0,119)$$

- Lorsque l'on intègre les TTO :

$$\eta = 0,209 \quad (Rob.S.E. = 0,165)$$

Ces résultats confirment les conditions d'exogénéité mises en évidence précédemment. A noter que comme précédemment, l'instrument est positif et significatif à 1% dans la première étape pour les deux spécifications (c'est-à-dire avec et sans prise en compte des TTO).

7 Tests de robustesse

7.1 Présentation des différents tests

Une série de tests de robustesse a été effectuée dans chacune des phases de l'analyse afin de confirmer la validité des résultats présentés, et de ce fait le caractère généralisable des conclusions tirées. Dans ce travail, nous présenterons à chaque étape cinq tests de robustesse successifs⁵⁷.

En premier lieu, les estimations ont été réalisées en réduisant l'échantillon aux provinces les plus productives (toujours parmi celles ayant au moins une

⁵⁷ Outre ces cinq tests présentés ci-après, les estimations ont également été réalisées à chaque étape en incluant de manière alternative les variables de PIB par habitant et de population (au cas où ces deux variables capteraient simultanément un effet taille). Les résultats ne sont pas présentés ici mais ils confirment à chaque fois les conclusions principales.

université en fin de période). En effet, lorsque l'on considère l'activité de brevets annuelle à l'échelle des provinces, on peut observer des fluctuations relativement importantes d'une année sur l'autre, d'autant plus lorsque l'on fait la distinction entre brevets académiques et non-académiques. Ce phénomène est encore plus marqué pour certaines provinces moins dynamiques sur le plan technologique, qui peuvent passer d'une production nulle une année donnée (dans l'une ou l'autre des communautés ou même les deux, pour un ou plusieurs des domaines technologiques), à une production positive l'année suivante. Cette variabilité dans le nombre de brevets d'une année sur l'autre, surtout dans les provinces relativement moins actives, peut entraîner des variations mécaniques de la proximité technologique, sans que cela ne traduise un réel rapprochement. Considérer uniquement les provinces les plus productives permet dans une certaine mesure de lisser ce phénomène, puisque l'on peut supposer que leur activité est plus soutenue et stable dans le temps que les autres.

En pratique, les provinces les plus productives ont été sélectionnées sur la base du nombre de brevets pour 100 000 habitants sur toute la période. La moyenne par province est de 85,59. Les provinces enregistrant un score supérieur ou égal à la moyenne ont donc été considérées comme étant les plus productives⁵⁸. Cette restriction de l'échantillon permet de diminuer de façon significative le nombre de zéros dans la variable de proximité technologique, passant de 21,78%⁵⁹ des observations dans l'échantillon de référence à 5,56%⁶⁰ dans l'échantillon restreint.

Afin de pallier les limites liées au calcul de la proximité technologique évoquées précédemment, *un deuxième test de robustesse* consiste à construire de nouveau la variable de proximité technologique en considérant pour chaque année une fenêtre mobile de trois ans⁶¹. En d'autres termes, la proximité technologique entre deux provinces pour une année donnée t est calculée sur la base de l'ensemble des brevets déposés par ces deux provinces l'année en question, mais également les années précédente ($t - 1$) et successive ($t + 1$). Cela permet de gommer, au moins en partie, les effets de la variabilité des dépôts de brevets d'une année sur l'autre. Ce calcul fait toutefois perdre une année en début⁶² et en fin de période. Pour garder une cohérence dans l'équation estimée, l'indice d'Herfindahl et les variables muettes de spécialisation technologique ont été recalculés de la même façon⁶³. Les variables indiquant l'année ont également été adaptées pour tenir compte de ces fenêtres temporelles de trois ans. Les autres variables du modèle n'ont pas été modifiées.

Par ailleurs, toutes les variables explicatives se sont vues appliquées un lag supplémentaire, à l'exception de l'indice d'Herfindahl et des variables de spécialisation technologiques auxquels nous en avons appliqué deux ; ceci afin d'éviter

⁵⁸ 24 provinces sont ainsi sélectionnées. A noter que de façon alternative les 28 provinces supérieures à la médiane (70,29) ont été gardées, pour des résultats similaires.

⁵⁹ 149 zéros sur 684 observations.

⁶⁰ 16 zéros sur 288 observations.

⁶¹ En raison de la variance importante de l'activité de brevet dans le temps, Antonelli, Patrucco et Quatraro (2011) calculent pour chaque année une moyenne mobile de cinq ans.

⁶² C'est l'année 1999 qui est perdue puisque l'année 1998 est déjà supprimée de l'estimation en raison des lags appliqués aux variables de contrôle pour lesquels les données ne sont pas disponibles pour les années antérieures.

⁶³ Ces deux variables sont construites sur la base du nombre annuel de brevets par domaine technologique et sont donc soumises aux mêmes fluctuations potentielles que la proximité technologique.

que la variable expliquée ne soit contemporaine ou prédéterminée par rapport aux variables explicatives.

Enfin, ce mode de calcul de la variable expliquée implique par définition le chevauchement des années, ce qui est susceptible de générer de l'autocorrélation dans le modèle. C'est pourquoi le modèle des moindres carrés généralisés a été utilisé pour réaliser les estimations⁶⁴.

Au vu de la diminution significative du nombre de brevets par an en fin de période (cf. figure 3), *un troisième test de robustesse* consiste à répéter les mêmes estimations que le modèle de référence sur la période 1998-2007, puis 1998-2008⁶⁵.

Dans *le quatrième test*, les variables muettes correspondant aux NUTS 1 italiens (les cinq macro-régions) ont été intégrées à l'analyse.

Enfin *le dernier test de robustesse* réitère les estimations de référence en restreignant l'analyse aux provinces avec au moins une université en début de période.

7.2 Résultats

7.2.1 Modèle fractionnaire de référence

Les résultats des estimations réalisées sur l'échantillon des provinces les plus productives sont présentés dans les tableaux 13 et 14. Dans le premier, à la différence des résultats principaux, on peut voir parmi les variables de contrôle que le stock de R&D est positif et significatif à 1%. En revanche, l'indicateur d'Herfindahl et le PIB ne sont plus significatif (ce dernier le devient néanmoins dans la colonne (5), avec un signe négatif). Les activités de transfert conservent leur effet positif et significatif dans l'ensemble de spécifications, avec une amplitude conforme à celle modèle de référence.

Les résultats présentés dans le tableau 14, intégrant les TTO, sont similaires aux précédents. Les activités des transfert sont toujours significatives. Comme dans le modèle de référence (tableau 5), le coefficient du TTO n'est pas significatif dans la première colonne, mais il le devient dans les colonnes (2) à (4), lorsque l'on supprime certaines variables de contrôle.

Les tableaux 17 et 18 présentent les résultats du deuxième test de robustesse, basé sur la transformation de la variable de proximité technologique. Rappelons que c'est le modèle des Moindres Carrés Généralisés qui a été utilisé ici, et non le modèle fractionnaire. Les signes et niveaux de significativité des variables de contrôle sont semblables aux précédents. Les activités de transfert sont positifs et significatifs, bien qu'au seuil de 10% seulement dans la spécification de référence, et non significatives dans certaines spécifications alternatives. Dans le tableau 18, le coefficient du TTO n'est jamais significatif si ce n'est dans la deuxième colonne (au seuil de 10%) qui ne prend en compte que les deux variables d'intérêt.

⁶⁴Commande *xtgls* sur STATA avec les options *heteroskedastic* pour *panels* et *ar1* pour *correlation*.

⁶⁵Nous présentons uniquement ici les résultats pour la période 1998-2007, mais ceux correspondant à la période 1998-2008 sont similaires.

Les tableaux 19 et 20 correspondent aux estimations réalisées sur la période 1998-2007 et confirment les principaux résultats présentés précédemment.

Les analyses ont ensuite été répliquées en intégrant des variables binaires indiquant les macro-régions italiennes (NUTS 1). Les résultats sont présentés en annexe dans les tableaux 23 et 24. Dans le premier, on peut voir que les variables de contrôle ont des effets similaires, si ce n'est la présence de grandes universités et les ressources humaines en Science et Technique qui ont un effet négatif et significatif au seuil de 10%. Notons toutefois que l'effet de cette dernière variable n'est pas stable puisqu'il n'est plus significatif lorsqu'on retire de l'analyse le stock de R&D et la part de la population diplômée de l'enseignement supérieur.

L'effet négatif de la présence d'une grande université peut s'expliquer par les arguments avancés à l'occasion de la présentation de la variable. Au-delà de ces différents éléments, on peut penser que la taille de l'université fait augmenter la probabilité d'avoir des sièges secondaires, potentiellement dans d'autres provinces. Comme expliqué au chapitre précédent, nous ne considérons que les sièges principaux dans cette étude. La présence des universités sur le territoire n'étant pas parfaitement représentée, il peut y avoir une distorsion dans l'effet de cette variable.

En revanche, l'effet marginal moyen des activités de TT demeure positif et significatif, avec des valeurs du même ordre (7,55% dans le modèle de référence).

Les mêmes commentaires peuvent être faits sur les estimations incluant le TTO (tableau 24). Les effets marginaux sont significatifs dans les colonnes (2) à (4) avec des valeurs comparables, et deviennent non significatives dans les colonnes (1) et (5).

Le dernier test de robustesse a consisté à revenir au cadre initial en changeant l'échantillon de provinces considérées pour se concentrer cette fois sur les provinces ayant au moins une université en début de période. Le tableau 27 présente les résultats du modèle de référence sans TTO. Les résultats sont en tous points similaires à ceux du tableau 5 (en termes de signe, degré de significativité et ampleur des effets) à ceci près que cette fois le stock de R&D a un effet positif et significatif dans les colonnes (1) et (5), tandis que l'indice d'Herfindahl ne l'est pas. Mais ce dernier redevient négatif et significatif dans les colonnes (3) et (4). Le tableau 28 présente quant à lui les résultats des estimations incluant les TTO. Là encore, les résultats sont semblables à ceux du tableau 5.

Globalement, on peut donc dire que les principaux résultats de cette analyse sont robustes à différents changements dans la spécification des modèles. Ils ne prennent cependant pas en considération un phénomène potentiellement important : l'existence d'un processus particulier de génération de données pour les 0. Dans ce qui suit, nous tentons de gérer ce problème.

7.2.2 Modèle bêta à inflation de zéros

Comme dans le paragraphe précédent, des tests sur la robustesse de ces résultats ont été réalisés en prenant les quatre mêmes spécifications alternatives⁶⁶. Les résultats sont présentés dans les tableaux 15, 16 (sur les provinces les plus

⁶⁶Le deuxième test de robustesse n'a pas été répété puisque les régressions se font avec les Moindres Carrés Généralisés.

productives), 21, 22 (sur la période 1998-2007), 25, 26 (en incluant l'appartenance aux macro-régions italiennes), 29 et 30 (sur l'échantillon des provinces avec université en 1998).

Globalement, les résultats sont semblables à ceux obtenus avec la spécification de référence : les activités de TT ont toujours un effet positif et significatif, et dans le même ordre de grandeur. Le TTO n'est, cette fois encore, jamais significatif.

Concernant les variables de contrôle, on peut juste souligner le fait que selon les tests, certaines variables deviennent significatives : la présence de grandes universités, stock de R&D et la part de la population diplômée du supérieur (avec un effet positif) ; les ressources humaines en Science et Technologie (avec un effet négatif).

7.2.3 Prise en compte de l'endogénéité

Modèle récursif Ce test joint basé sur l'estimation d'un modèle fractionnaire récursif a été répété sur les différentes spécifications alternatives⁶⁷⁶⁸ :

1. Test d'endogénéité sur les provinces les plus productives :

– *TT activity* :

$$\begin{aligned} LR\ chi2(1) &= 0,42 \\ p - value &= 0,5190 \end{aligned}$$

– *TTO* :

$$\begin{aligned} LR\ chi2(1) &= 0,07 \\ p - value &= 0,7945 \end{aligned}$$

2. Test d'endogénéité sur la période 1998-2007 :

– *TT activity* :

$$\begin{aligned} LR\ chi2(1) &= 0,02 \\ p - value &= 0,9008 \end{aligned}$$

– *TTO* :

$$\begin{aligned} LR\ chi2(1) &= 1,22 \\ p - value &= 0,2688 \end{aligned}$$

3. Test d'endogénéité incluant les macro-régions italiennes :

– *TT activity* :

$$\begin{aligned} LR\ chi2(1) &= 0,03 \\ p - value &= 0,8669 \end{aligned}$$

⁶⁷A l'exception de celle impliquant l'utilisation des Moindres Carrés Généralisés. Pour cette dernière, un test d'endogénéité classique a été réalisé.

⁶⁸A noter que dans la première étape du modèle, l'instrument a toujours un effet positif et significatif sur les activités de transfert. En revanche, il a un effet significatif sur le TTO uniquement dans le test intégrant les macro-régions italiennes.

– *TTO* :

$$\begin{aligned} LR\ chi2(1) &= 0.29 \\ p - value &= 0.5895 \end{aligned}$$

4. Test d'endogénéité sur les provinces avec université en 1998 :

– *TT activity* :

$$\begin{aligned} LR\ chi2(1) &= 0.09 \\ p - value &= 0.7655 \end{aligned}$$

– *TTO* :

$$\begin{aligned} LR\ chi2(1) &= 1.54 \\ p - value &= 0.2144 \end{aligned}$$

On peut observer que l'hypothèse nulle selon laquelle $\rho = 0$ est acceptée dans tous les tests de robustesse précédents, à la fois pour *TT activity* et *TTO*.

Dans le cas de la spécification considérant la variable de proximité technologique modifiée, le test d'endogénéité a été réalisé à l'aide des Moindres Carrés Généralisés⁶⁹. Les résultats du test d'endogénéité dans les deux cas, ainsi que le coefficient estimé de l'instrument, $\hat{\delta}$, dans la première étape sont présentés ci-dessous :

– Test d'endogénéité sur *TT activity* :

$$\hat{e} = -0,27 \quad (Rob.S.E. = 0.21)$$

$$\hat{\delta} = 0.04^{***} \quad (Rob.S.E. = 0.018)$$

– Test d'endogénéité sur *TTO* :

$$\hat{e} = 7.02 \quad (Rob.S.E. = 5.51)$$

$$\hat{\delta} = -0.0018 \quad (Rob.S.E. = 0.01)$$

Après avoir reporté les résultats des MCO dans les tableaux 4 et 5, un test d'endogénéité⁷⁰ a été réalisé sur le modèle linéaire pour les deux équations de référence. Les résultats du test d'endogénéité dans les deux cas, ainsi que le coefficient de l'instrument, δ , dans la première étape sont présentés ci-dessous :

– Test d'endogénéité sur *TT activity* :

$$\hat{e} = -0,04 \quad (Rob.S.E. = 0.04)$$

$$\hat{\delta} = -0.02 \quad (Rob.S.E. = 0.02)$$

⁶⁹ Il s'agit d'un test en deux étapes : dans la première, la variable potentiellement endogène est estimée en fonction de toutes les autres variables du modèle et l'instrument (régression en panel avec effets fixes). Les résidus estimés dans cette étape sont par la suite inclus dans l'équation principale (Moindres Carrés Généralisés). La significativité du coefficient des résidus conduit à rejeter l'hypothèse nulle d'exogénéité de la variable.

⁷⁰ Même méthode que précédemment à la différence près que les deux régressions sont des MCO en panel avec effets fixes.

– Test d’endogénéité sur *TTO* :

$$\hat{\epsilon} = -0,03 \quad (\text{Rob.S.E.} = 0.04)$$

$$\hat{\delta} = -0.03^* \quad (\text{Rob.S.E.} = 0.02)$$

Dans les deux cas, le coefficient des résidus estimés n’est pas significatif dans la seconde étape (pour *TT activity* et *TTO*). On ne peut donc pas rejeter l’hypothèse nulle d’exogénéité, ce qui confirme les résultats trouvés précédemment. Les signes et niveau de significativité différents de l’instrument dans la première étape pour certaines spécification peuvent s’expliquer par le fait que les variables instrumentées sont toutes deux binaires et qu’elles sont ici estimées à l’aide d’un modèle linéaire.

7.2.4 Variable Addition Test

Comme précédemment, ce test a été réalisé sur les quatre spécifications alternatives, avec les résultats suivants :

1. Test d’endogénéité sur les provinces les plus productives :

– *TT activity* :

$$\eta = -0,087 \quad (\text{Rob.S.E.} = 0,155)$$

– *TTO* :

$$\eta = -0.136 \quad (\text{Rob.S.E.} = 0.174)$$

2. Test d’endogénéité sur la période 1998-2007 :

– *TT activity* :

$$\eta = 0.113 \quad (\text{Rob.S.E.} = 0.132)$$

– *TTO* :

$$\eta = 0.149 \quad (\text{Rob.S.E.} = 0.163)$$

3. Test d’endogénéité incluant les macro-régions italiennes :

– *TT activity* :

$$\eta = 0.002 \quad (\text{Rob.S.E.} = 0.120)$$

– *TTO* :

$$\eta = 0.008 \quad (\text{Rob.S.E.} = 0.149)$$

4. Test d’endogénéité sur les provinces avec université en 1998 :

– *TT activity* :

$$\eta = 0.063 \quad (\text{Rob.S.E.} = 0.142)$$

– *TTO* :

$$\eta = 0.282 \quad (\text{Rob.S.E.} = 0.175)$$

Comme précédemment, l’hypothèse nulle d’exogénéité n’est jamais rejetée. L’instrument a toujours un effet positif et significatif sur *TT activity* à l’exception de la dernière spécification. En revanche, le coefficient n’est significatif que dans le test incluant les macro-régions italiennes quand il s’agit d’expliquer *TTO*.

8 Conclusion

A l'issue de cette étude, on peut conclure que les activités de transfert de technologie menées par les universités semblent avoir un effet bénéfique significatif à l'échelle locale, en créant un pont entre deux communautés ayant souvent des difficultés à interagir et à communiquer entre elles. L'influence des activités de transfert est persistante à travers les différentes estimations, avec un effet marginal moyen allant de 7,23% à 9,84% (dans les équations de référence : tableaux 4, 5, 7 et 9). En revanche, l'impact de la présence de TTO n'a pas pu être établi : la variable n'est jamais significative à l'exception de certaines spécifications.

Comme cela a été expliqué précédemment, cette absence d'effets significatifs des TTO n'est pas réellement surprenante. En effet, durant la période considérée dans cette étude, la plupart des TTO italiens n'en étaient qu'à leurs balbutiements. A leur jeune âge vient souvent s'ajouter un problème de taille : il s'agit généralement de très petites structures⁷¹, ce qui peut empêcher la formation d'une équipe composée de personnels spécialisés dans différents champs de compétences (juridiques, économiques mais aussi techniques avec par exemple la création de pôles dédiés à des domaines scientifiques particuliers).

Dans ce contexte, le fait que l'institutionnalisation des activités de TT, considérée ici à travers la création de TTO⁷², n'ait pour le moment pas porté ses fruits n'est pas très étonnant et ne signifie pas nécessairement que ces entités ne sont pas utiles aux relations Université-Industrie ou dans les processus de transfert plus particulièrement.

Ce travail constitue une première étape dans l'étude de ce phénomène complexe. Différentes limites peuvent ainsi être relevées. D'une part, la période considérée est relativement courte (douze ans) et correspond aux premières années de vie d'un grand nombre de TTO italiens. D'autres effets seraient peut-être mis en évidence avec un peu plus de recul, mais la contrainte de disponibilité des données ne permet pas d'aller au-delà de cette fenêtre temporelle.

D'autre part, la prise en compte d'une échelle agrégée peut lisser certains effets, notamment lorsqu'une province compte plusieurs universités ou TTO : la mesure d'un effet moyen est susceptible de masquer des différences de performances entre établissements. De plus, les provinces constituent des frontières administratives, ne représentant pas nécessairement les dynamiques réelles des territoires et ne contraignant évidemment pas les acteurs dans la construction de leurs réseaux.

Enfin, une autre limite réside dans la mesure utilisée de la proximité technologique. On pourrait l'affiner en ayant recours à d'autres indicateurs qui prendraient par exemple en compte la proximité entre domaines technologiques (permettant ainsi l'emploi d'une classification plus désagrégée), ou encore qui reposeraient sur les citations de brevets. Le rapprochement entre les communautés académique et non-académique pourrait également être approché par d'autres types de mesures basées sur les contrats de collaboration ou les copublications.

Comme mentionné précédemment, un des rôles principaux des structures

⁷¹ Cesaroni et Piccaluga (2016) évoquent une moyenne de 3,6 employés par TTO en 2010, soit immédiatement après la fin de la période considérée ici.

⁷² Cette dernière se fait parfois au même moment que le début de l'implication des universités dans les activités de TT.

d'intermédiation est de contribuer à réduire la distance cognitive, à créer un pont entre sphères académique et industrielle, en stimulant le transfert de technologie (Maietta, 2015 ; Muscio et Nardone, 2012). Bien que cela ne constitue pas l'unique moyen d'y arriver, l'augmentation de la proximité technologique entre activités de recherche académiques et non-académiques est un des canaux permettant le renforcement des liens Université-Industrie. Dans ce contexte, il pourrait être intéressant pour les pouvoirs publics de favoriser le développement d'activités de transfert.

Les résultats mis en évidence concernant l'échelle locale, les investissements pourraient également être réalisés à l'échelle infranationale (provinciale ou régionale). Cela pourrait être d'autant plus pertinent dans les territoires relativement moins dynamiques, pour lesquels l'université joue un rôle de moteur (Cowan et Zinovyeva, 2013 ; Huggins et Johnston, 2009). Dans ces cas-là, un rapprochement des deux communautés pourrait contribuer à tirer les entreprises locales vers le haut, les rendre plus compétitives au plan technologique.

A l'inverse, dans les régions plus dynamiques, comptant des entreprises à la pointe de l'innovation dans leur domaine, les universités n'ont peut-être pas la même place mais elles pourraient bénéficier elles-mêmes d'une augmentation de la proximité technologique avec la sphère industrielle, qui leur permettrait non seulement d'élargir leurs bases de connaissances mais également de stimuler leurs activités inventives (Huggins et Johnston, 2009).

De façon plus pragmatique, un renforcement des liens Université-Industrie pourrait souvent constituer un moyen pour les universités d'améliorer leurs performances de valorisation des résultats de la recherche, élément faisant partie des critères d'évaluation des établissements d'enseignement supérieur et de recherche en Italie (Valutazione della Qualità della Ricerca). Ceci peut être un argument supplémentaire en faveur d'un renforcement des investissements en transfert de la part des universités elles-mêmes.

Cependant, la variable de proximité technologique ne donne pas d'information sur le sens du rapprochement : les chercheurs universitaires se sont-ils familiarisés avec les problématiques rencontrées par les entreprises locales ? Les entreprises ont-elles pris conscience du potentiel apport que pourrait constituer pour elles la recherche effectuée dans les universités voisines ? Ou le phénomène observé se situe-t-il quelque part entre ces deux cas extrêmes ? La dimension temporelle de notre base de données ne permet pas d'identifier et de quantifier correctement ces deux mouvements potentiels. Cette question reste ouverte pour de futures recherches.

Remerciements *Nous remercions Francesco Lissoni, Ugo Rizzo et Valerio Sterzi pour leur aide dans l'accès aux bases de données. Nous remercions également Olivier Beaumais, Steven Caudill ainsi que tous les participants du séminaire GREThA à Bordeaux.*

Références

- Acs, Z. J., Anselin, L., and Varga, A. (2002). Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. *Research policy*, 31(7) :1069–1085.
- Antonelli, C., Patrucco, P. P., and Quatraro, F. (2011). Productivity Growth and Pecuniary Knowledge Externalities : An Empirical Analysis of Agglomeration Economies in European Regions. *Economic Geography*, 87(1) :23–50.
- Audretsch, D. B. and Feldman, M. P. (1996). R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *The American Economic Review*, 86(3) :630–640.
- Audretsch, D. B., Lehmann, E. E., and Warning, S. (2005). University spillovers and new firm location. *Research policy*, 34(7) :1113–1122.
- Baesu, V., Albulescu, C. T., Farkas, Z.-B., and Drăghici, A. (2015). Determinants of the high-tech sector innovation performance in the european union : a review. *Procedia Technology*, 19 :371–378.
- Balderi, C., Butelli, P., Conti, G., Di Minin, A., and Piccaluga, A. (2007). Towards an italian way in the valorisation of results from public research. *Impresa progetto*, 1 :1–32.
- Baldini, N., Fini, R., Grimaldi, R., and Sobrero, M. (2010). The institutionalisation of university patenting activity in italy : Diffusion and evolution of organisational practices. *Available at SSRN 1632430*.
- Barra, C. and Zotti, R. (2018). The contribution of university, private and public sector resources to italian regional innovation system (in) efficiency. *The Journal of Technology Transfer*, 43(2) :432–457.
- Baum, C. F. (2008). Stata tip 63 : Modeling proportions. *Stata Journal*, 8(2) :299.
- Benner, M. and Waldfogel, J. (2008). Close to you ? bias and precision in patent-based measures of technological proximity. *Research Policy*, 37(9) :1556–1567.
- Blackwell, M., Cobb, S., and Weinberg, D. (2002). The economic impact of educational institutions : Issues and methodology. *Economic Development Quarterly*, 16(1) :88–95.
- Bodas Freitas, I. M., Geuna, A., and Rossi, F. (2011). University-industry interactions : the unresolved puzzle. In Antonelli, C., editor, *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*, page 262. Edward Elgar, Cheltenham, UK ; Northampton.
- Bodas Freitas, I. M., Geuna, A., and Rossi, F. (2013). Finding the right partners : Institutional and personal modes of governance of university–industry interactions. *Research Policy*, 42(1) :50–62.
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation : a critical assessment. *Regional studies*, 39(1) :61–74.

- Braunerhjelm, P. (2008). Specialization of regions and universities : the new versus the old. *Industry and Innovation*, 15(3) :253–275.
- Brescia, F., Colombo, G., and Landoni, P. (2016). Organizational structures of knowledge transfer offices : an analysis of the world’s top-ranked universities. *The Journal of Technology Transfer*, 41(1) :132–151.
- Cabrer-Borras, B. and Serrano-Domingo, G. (2007). Innovation and r&d spillover effects in spanish regions : A spatial approach. *Research Policy*, 36(9) :1357–1371.
- Caldera, A. and Debande, O. (2010). Performance of spanish universities in technology transfer : An empirical analysis. *Research Policy*, 39(9) :1160–1173.
- Candell, A. B. and Jaffe, A. B. (1999). The regional economic impact of public research funding : a case study of massachusetts. *Industrializing knowledge : University-industry linkages in Japan and the United States*, pages 510–530.
- Carrincazeaux, C. and Coris, M. (2011). Proximity and innovation. In *Handbook of regional innovation and growth*, pages 269–281. Cooke P., Asheim B., Boschma R., Martin R., Schwartz D., TÅdtling F., Cheltenham, UK/ Northampton MA, USA, edward elgar edition.
- Cesaroni, F. and Piccaluga, A. (2016). The activities of university knowledge transfer offices : towards the third mission in italy. *The Journal of Technology Transfer*, 41(4) :753–777.
- Chapple, W., Lockett, A., Siegel, D., and Wright, M. (2005). Assessing the relative performance of uk university technology transfer offices : parametric and non-parametric evidence. *Research Policy*, 34(3) :369–384.
- Coffano, M. and Tarasconi, G. (2014). Crios-patstat database : sources, contents and access rules. *Center for Research on Innovation, Organization and Strategy, CRIOS working paper*, 1(1).
- Colyvas, J., Crow, M., Gelijns, A., Mazzoleni, R., Nelson, R. R., Rosenberg, N., and Sampat, B. N. (2002). How do university inventions get into practice? *Management science*, 48(1) :61–72.
- Corradini, C. and De Propriis, L. (2015). Technological diversification and new innovators in european regions : evidence from patent data. *Environment and Planning A*, 47(10) :2170–2186.
- Cowan, R. and Zinovyeva, N. (2013). University effects on regional innovation. *Research Policy*, 42(3) :788–800.
- Curi, C., Daraio, C., and Llerena, P. (2012). University technology transfer : how (in) efficient are french universities? *Cambridge Journal of Economics*, 36(3) :629–654.
- Drucker, J. and Goldstein, H. (2007). Assessing the Regional Economic Development Impacts of Universities : A Review of Current Approaches. *International Regional Science Review*, 30(1) :20–46.

- Etzkowitz, H. (2017). The evolution of technology transfer. In Breznitz, S. M. and Etzkowitz, H., editors, *University technology transfer : the globalization of academic innovation*, chapter 1, pages 3–22. Routledge.
- Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (1997). Introduction to special issue on science policy dimensions of the triple helix of university-industry-government relations.
- Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation : from National Systems and “IJMode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2) :109–123.
- Feldman, M. P. (1994). *The Geography of Innovation*. New York, kluwer academic publishers edition.
- Felsenstein, D. (1996). The university in the metropolitan arena : impacts and public policy implications. *Urban Studies*, 33(9) :1565–1580.
- Felsenstein, D. (1999). Expenditure and knowledge based regional impacts associated with a university : Some empirical evidence. *Regional Development in an Age of Structural Economic Change*, pages 73–95.
- Fritsch, M. and Slavtchev, V. (2011). Determinants of the efficiency of regional innovation systems. *Regional studies*, 45(7) :905–918.
- Gallani, S., Krishnan, R., and Wooldridge, J. M. (2015). *Applications of fractional response model to the study of bounded dependent variables in accounting research*. Harvard Business School.
- Glasson, J. (2003). The widening local and regional development impacts of the modern universities-a tale of two cities (and north-south perspectives). *Local Economy*, 18(1) :21–37.
- Gourieroux, C., Monfort, A., Renault, E., and Trognon, A. (1987). Generalised residuals. *Journal of econometrics*, 34(1-2) :5–32.
- Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contributions of research and development to productivity growth. *The Bell Journal of Economics*, 10(1) :92–116.
- Griliches, Z. (1981). Market value, r&d, and patents. *Economics letters*, 7(2) :183–187.
- Guellec, D. and de la Potterie, B. v. P. (2001). The internationalisation of technology analysed with patent data. *Research Policy*, 30(8) :1253–1266.
- Hall, B. H. (1990). The manufacturing sector master file : 1959-1987. Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Hall, B. H., Jaffe, A., and Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations. *RAND Journal of economics*, pages 16–38.
- Hall, B. H., Jaffe, A. B., and Trajtenberg, M. (2001). The nber patent citation data file : Lessons, insights and methodological tools. Technical report, National Bureau of Economic Research.

- Huffman, D. and Quigley, J. M. (2002). The role of the university in attracting high tech entrepreneurship : A silicon valley tale. *The Annals of Regional Science*, 36(3) :403–419.
- Huggins, R. and Johnston, A. (2009). The Economic and Innovation Contribution of Universities : A Regional Perspective. *Environment and Planning C : Government and Policy*, 27(6) :1088–1106.
- Huyghe, A., Knockaert, M., Piva, E., and Wright, M. (2016). Are researchers deliberately bypassing the technology transfer office ? an analysis of tto awareness. *Small Business Economics*, 47(3) :589–607.
- Iammarino, S. (2011). Regional innovation and diversity. In *Handbook of regional innovation and growth*, pages 143–154. Cooke P., Asheim B., Boschma R., Martin R., Schwartz D., TÅdtling F., Cheltenham, UK/ Northampton MA, USA, Edward elgar edition.
- Jaffe, A. B. (1986). Technological Opportunity and Spillovers of R & D : Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value. *American Economic Review*, 76(5) :984–1001.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., and Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *the Quarterly journal of Economics*, 108(3) :577–598.
- Jonkers, K., Tijssen, R., Karvounaraki, A., and Goenaga, X. (2018). A regional innovation impact assessment framework for universities. *JRC Discussion Paper. Joint Research Center, Brussels*, 44.
- Kramer, P. B., Scheibe, S. L., Reavis, D. Y., and Berneman, L. P. (1997). Induced investments and jobs produced by exclusive patent licenses : A confirmatory study. *Journal of the Association of University Technology Managers*, 9 :79–100.
- Landry, R., Amara, N., and Ouimet, M. (2007). Determinants of knowledge transfer : evidence from canadian university researchers in natural sciences and engineering. *The Journal of Technology Transfer*, 32(6) :561–592.
- Leydesdorff, L. (2000). The triple helix : an evolutionary model of innovations. *Research policy*, 29(2) :243–255.
- Leydesdorff, L. and Etzkowitz, H. (1996). Emergence of a triple helix of university–industry–government relations. *Science and public policy*, 23(5) :279–286.
- Leydesdorff, L. and Etzkowitz, H. (1998). The triple helix as a model for innovation studies. *Science and public policy*, 25(3) :195–203.
- Lissoni, F., Pezzoni, M., Potì, B., Romagnosi, S., et al. (2012). University autonomy, ip legislation and academic patenting : Italy, 1996-2007. Technical report.
- Maddala, G. S. (1991). A perspective on the use of limited-dependent and qualitative variables models in accounting research. *The Accounting Review*, 66(4) :788–807.

- Maietta, O. W. (2015). Determinants of university–firm r&d collaboration and its impact on innovation : A perspective from a low-tech industry. *Research Policy*, 44(7) :1341–1359.
- Meoli, M. and Vismara, S. (2016). University support and the creation of technology and non-technology academic spin-offs. *Small Business Economics*, 47(2) :345–362.
- Monfardini, C. and Radice, R. (2008). Testing exogeneity in the bivariate probit model : A monte carlo study. *oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70(2) :271–282.
- Morgan, K. (2004). The exaggerated death of geography : learning, proximity and territorial innovation systems. *Journal of economic geography*, 4(1) :3–21.
- Muscio, A. and Nardone, G. (2012). The determinants of university–industry collaboration in food science in italy. *Food Policy*, 37(6) :710–718.
- Noreen, E. (1988). An empirical comparison of probit and ols regression hypothesis tests. *Journal of accounting research*, pages 119–133.
- Olsson, O. and Frey, B. S. (2002). Entrepreneurship as recombinant growth. *Small Business Economics*, 19(2) :69–80.
- Orlando, M. (2000). On the importance of geographic and technological proximity for r&d spillovers : an empirical investigation.
- Pakes, A. and Griliches, Z. (1980). Patents and r&d at the firm level : A first report. *Economics letters*, 5(4) :377–381.
- Papke, L. E. and Wooldridge, J. M. (1996). Econometric methods for fractional response variables with an application to 401 (k) plan participation rates. *Journal of applied econometrics*, 11(6) :619–632.
- Parent, O. (2008). Proximité technologique, infrastructures de communication et activités innovantes en europe. *Revue de l'OFCE*, (1) :219–239.
- Pinto, H. and Rodrigues, P. M. M. (2010). Knowledge Production in European Regions : The Impact of Regional Strategies and Regionalization on Innovation. *European Planning Studies*, 18(10) :1731–1748.
- Plechero, M., Cozza, C., and Ortega-Argilés, R. (2017). European disparities in regional health r&i performance.
- Porter, M. E. and Stern, S. (2000). Measuring the " ideas " production function : Evidence from international patent output. Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Rodríguez-Pose, A. and Comptour, F. (2012). Do Clusters Generate Greater Innovation and Growth ? An Analysis of European Regions. *The Professional Geographer*, 64(2) :211–231.
- Schmoch, U. (2008). Concept of a technology classification for country comparisons. *Final Report to the World Intellectual Property Organization (WIPO)*, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe.

- Siegel, D., Wright, M., Chapple, W., and Lockett, A. (2008). Assessing the relative performance of university technology transfer in the us and uk : A stochastic distance function approach. *Econ. Innov. New Techn.*, 17(7-8) :717–729.
- Siegel, D. S., Veugelers, R., and Wright, M. (2007). Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property : performance and policy implications. *Oxf Rev Econ Policy*, 23(4) :640–660.
- Siegel, D. S., Waldman, D., and Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices : an exploratory study. *Research policy*, 32(1) :27–48.
- Stellner, F. (2014). Technological distance measures : theoretical foundation and empirics. In *DRUID Society Conference*.
- Thursby, J. G. and Kemp, S. (2002). Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. *Research policy*, 31(1) :109–124.
- Thursby, J. G. and Thursby, M. C. (2002). Who is selling the ivory tower? sources of growth in university licensing. *Management science*, 48(1) :90–104.
- Ulku, H. (2004). *RandD, innovation, and Economic Growth : An Empirical Analysis*. Number 4-185. International Monetary Fund.
- Varga, A. (2003). Agglomeration and the Role of Universities in Regional Economic Development. In *Knowledge Transfer, Small and Medium-Sized Enterprises, and Regional Development in Hungary*, pages 15–31. Lengyel, I., jatepress edition.
- Williams, R. (2015). Analyzing proportions : Fractional response and zero one inflated beta models. 21 :2015.
- Wooldridge, J. M. (2014). Quasi-maximum likelihood estimation and testing for nonlinear models with endogenous explanatory variables. *Journal of Econometrics*, 182(1) :226–234.

Annexes

A Figures et tableaux additionnels

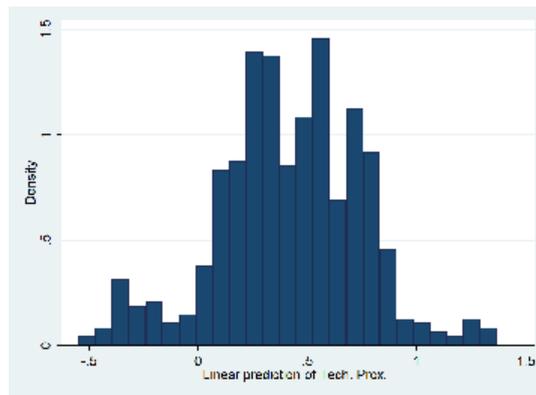


Fig. 2 Distribution des valeurs prédites par le modèle linéaire de *Tech. Prox.*

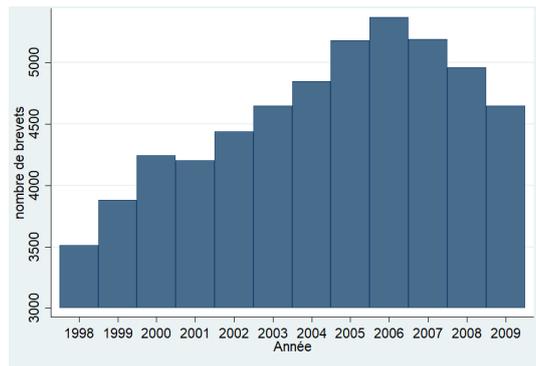


Fig.3 Nombre total de brevets par an en Italie

TAB. 10: Répartition des zéros par domaine technologique

	Total		Académique		Non-académique	
	Nb.	Pourcent	Nb.	Pourcent	Nb.	Pourcent
Dom. A	176	14.2	660	53.4	229	18.5
Dom. B	164	13.2	887	71.8	197	15.9
Dom. C	243	19.7	594	48.1	351	28.4
Dom. D	689	55.7	1174	95.0	723	58.5
Dom. E	507	41.0	1180	95.5	530	43.0
Dom. F	190	15.4	1066	94.3	312	25.2
Dom. G	226	18.2	730	59.1	305	24.7
Dom. H	262	21.2	856	69.3	312	25.2

TAB. 11: Modèle fractionnaire récursif - TT activity

<i>Tech. proæ</i>	(1)	(2)
TT activity	0.164 (0.305)	0.247 (0.156)
Patent stock/100k inhab	0.456*** (0.114)	0.444*** (0.108)
Herfindahl	-0.782 (0.728)	-0.778 (0.728)
R&D stock	0.0435 (0.0595)	0.0439 (0.0595)
Big Univ.	0.0100 (0.159)	0.0109 (0.159)
HRST	-0.544 (1.049)	-0.546 (1.050)
GDP	-0.685 (0.669)	-0.681 (0.670)
Higher Education	0.447 (0.589)	0.444 (0.589)
Population	0.442*** (0.111)	0.434*** (0.109)
Constant	-1.330 (5.277)	-1.238 (5.271)
<i>TT activity</i>		
Prof.	0.410*** (0.0763)	0.410*** (0.0762)
Patent stock/100k inhab	0.781*** (0.144)	0.781*** (0.144)
Herfindahl	1.650 (1.055)	1.645 (1.055)
R&D stock	-0.00537 (0.0825)	-0.00418 (0.0823)
HRST	0.726 (1.522)	0.711 (1.522)
GDP	-0.00571 (0.877)	-0.00656 (0.877)
Higher Education	-1.126 (0.891)	-1.122 (0.892)
Population	0.340** (0.134)	0.338** (0.133)
Constant	-4.526 (6.867)	-4.466 (6.863)
<i>atanrho_12</i>		
Constant	0.0645 (0.204)	0 (.)
Wald chi2	248.40***	251.06***
Observations	627	627

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; les dummies années et de spécialisation teschnologiques sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

Tab. 12: Modèle fractionnaire récursif - TTO

<i>Tech. prox</i>	(1)	(2)
TT activity	0.214 (0.164)	0.216 (0.165)
TTO	-0.284 (0.411)	0.0984 (0.177)
Patent stock/100k inhab	0.463*** (0.110)	0.439*** (0.108)
Herfindahl	-0.798 (0.727)	-0.770 (0.727)
R&D stock	0.0445 (0.0594)	0.0446 (0.0596)
Big Univ.	0.0237 (0.158)	0.0142 (0.159)
HRST	-0.491 (1.045)	-0.533 (1.051)
GDP	-0.670 (0.667)	-0.691 (0.670)
Higher Education	0.393 (0.587)	0.445 (0.589)
Population	0.459*** (0.112)	0.428*** (0.110)
Constant	-1.733 (5.292)	-1.081 (5.279)
<i>TTO</i>		
Prof.	0.263*** (0.0964)	0.270*** (0.0976)
Patent stock/100k inhab	0.660*** (0.149)	0.647*** (0.150)
Herfindahl	-1.578 (1.350)	-1.663 (1.363)
R&D stock	-0.112 (0.0879)	-0.107 (0.0881)
HRST	-7.513*** (1.776)	-7.632*** (1.775)
GDP	4.032*** (1.108)	4.115*** (1.106)
Higher Education	1.943** (0.829)	1.935** (0.836)
Population	0.280** (0.132)	0.273** (0.132)
Constant	-29.36*** (8.112)	-29.67*** (8.132)
<i>atanrho_12</i>		
Constant	0.259 (0.260)	0 (.)
Wald chi2	226.82***	225.43***
Observations	627	627

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années et de spécialisation teschnologiques sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

A.1 Tests de robustesse

TAB. 13: Test Rob. 1 : Modèle fractionnaire - Provinces les plus productives (TT activity)

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0829*** (0.0308)	0.152*** (0.0327)	0.104*** (0.0316)	0.0908*** (0.0296)	0.0835*** (0.0301)
Patent stock/100k inhab	0.0918** (0.0441)		0.112*** (0.0392)	0.111*** (0.0374)	0.170*** (0.0408)
Herfindahl	-0.0611 (0.340)		-0.438 (0.290)	-0.342 (0.299)	-0.342 (0.340)
R&D stock	0.0745*** (0.0213)		0.0435*** (0.0157)	0.0398** (0.0164)	
Big Univ.	0.0568 (0.0416)				
HRST	-0.247 (0.224)				
GDP	-0.284 (0.226)				-0.414** (0.162)
Higher Education	0.0358 (0.150)				
Population	0.0695** (0.0330)				0.0321 (0.0224)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	1075.05***	44.40***	65.31***	869.70***	858.23***
Pseudo R2	0.0649	0.0210	0.0378	0.0539	0.0544
Observations	264	288	264	264	264

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 14: Rob. Check 1 : Fractional Response Model - Most productive provinces (TTO)

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0755** (0.0330)	0.0974*** (0.0357)	0.0721** (0.0330)	0.0732** (0.0314)	0.0730** (0.0320)
TTO	0.0228 (0.0312)	0.130*** (0.0325)	0.0944*** (0.0333)	0.0544* (0.0320)	0.0319 (0.0325)
Patent stock/100k inhab	0.0852* (0.0463)		0.0918** (0.0391)	0.0988** (0.0392)	0.164*** (0.0425)
Herfindahl	-0.0606 (0.340)		-0.374 (0.289)	-0.316 (0.298)	-0.333 (0.339)
R&D stock	0.0746*** (0.0212)		0.0464*** (0.0156)	0.0411** (0.0164)	
Big Univ.	0.0575 (0.0417)				
HRST	-0.238 (0.224)				
GDP	-0.276 (0.227)				-0.398** (0.164)
Higher Education	0.0405 (0.151)				
Population	0.0675** (0.0335)				0.0294 (0.0227)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	1068.32***	67.70***	75.91***	867.90***	860.27***
Pseudo R2	0.0651	0.0266	0.0408	0.0549	0.0547
Observations	264	288	264	264	264

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ;

Les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 15: Test Rob. 1 : Modèle Bêta à inflation de zéros - Effets Marginaux Moyens

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0731** (0.0312)	0.175*** (0.0496)	0.110*** (0.0392)	0.0883*** (0.0285)	0.0717*** (0.0252)
Patent stock/100k inhab	0.141** (0.0658)		0.126* (0.0754)	0.110* (0.0623)	0.205*** (0.0432)
Herfindahl	-0.0332 (0.232)		-0.353 (0.300)	-0.339 (0.265)	
R&D stock	0.0444* (0.0240)		0.0292 (0.0295)	0.0236 (0.0251)	
Big Univ.	0.166** (0.0685)				
HRST	-0.262 (0.225)				-0.327** (0.133)
GDP	-0.0679 (0.196)				-0.0349 (0.0335)
Higher Education	-0.0126 (0.154)				
Population	0.0583* (0.0326)				0.0569** (0.0229)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	-	22.09***	27.60***	-	-
Pseudo R2	-	0.0365	0.0161	-	-
Observations	264	288	264	264	264

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 16: Test Rob. 1 : Modèle Bêta à inflation de zéros - Effets Marginaux Moyens

Tech. prox	(1)	(2)	(3)
TT activity	0.0615** (0.0310)	0.0632* (0.0322)	0.0677** (0.0282)
TTO	0.0287 (0.0263)	0.0271 (0.0273)	0.0411 (0.0259)
Patent stock/100k inhab	0.144*** (0.0499)	0.133* (0.0721)	0.182*** (0.0373)
Herfindahl	-0.0453 (0.208)	-0.0381 (0.229)	
R&D stock	0.0366 (0.0238)	0.0443* (0.0237)	
Big Univ.	0.210*** (0.0650)	0.168** (0.0813)	
HRST	-0.311 (0.193)	-0.249 (0.223)	-0.304** (0.128)
GDP	-0.0957 (0.210)	-0.0570 (0.198)	-0.0679*** (0.0247)
Higher Education	0.0138 (0.149)	-0.00724 (0.154)	
Population	0.0605* (0.0329)	0.0544 (0.0332)	0.0644*** (0.0246)
Tech. Spe - Proportion	Yes	Yes	Yes
Tech. Spe - Zero-Inflate	No	Yes	No
Wald chi2	-	-	-
Pseudo R2	-	-	-
Observations	264	264	264

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ;

Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies

années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 17: Test Rob. 2 : Modèle MCG - TT activity

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0299 * (0.0178)	0.0352*** (0.0187)	0.0310* (0.0176)	0.0282 (0.0175)	0.0315* (0.0175)
Patent stock/100k inhab	0.1005*** (0.0215)		0.0604*** (0.0146)	0.0632*** (0.0131)	0.0908*** (0.0196)
Herfindahl	-0.5078*** (0.1230)		-0.6933*** (0.1325)	-0.7806*** (0.1257)	-0.4974*** (0.1206)
R&D stock	0.0223* (0.0118)		-0.0086 (0.0123)	-0.0092 (0.0102)	0.0276** (0.0110)
Big Univ.	-0.0423 (0.0271)				
HRST	0.0024 (0.1126)				
GDP	-0.2724*** (0.1027)				-0.2499*** (0.0789)
Higher Education	-0.0193 (0.0849)				
Population	0.1203*** 0.0185				0.1063*** (0.0157)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	242.17***	9.18	76.66***	150.08***	247.80***
Observations	513	570	513	513	513

TT activity a un lag de quatre ans ; Herfindahl a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag de deux ans ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 18: Test Rob. 2 : Modèle MCG - TTO

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0339* (0.0186)	0.0283 (0.0196)	0.0263 (0.0188)	0.0268 (0.0189)	0.0343* (0.0183)
TTO	-0.0219 (0.0200)	0.0413* (0.0227)	0.0131 (0.0204)	-0.000944 (0.0198)	-0.0184 (0.0198)
Patent stock/100k inhab	0.102*** (0.0218)		0.0606*** (0.0150)	0.0635*** (0.0135)	0.0916*** (0.0200)
Herfindahl	-0.510*** (0.124)		-0.678*** (0.133)	-0.774*** (0.127)	-0.499*** (0.122)
R&D stock	0.0217* (0.0120)		-0.00910 (0.0127)	-0.00880 (0.0109)	0.0276** (0.0113)
Big Univ.	-0.0443 (0.0276)				
HRST	0.0139 (0.114)				
GDP	-0.272*** (0.104)				-0.246*** (0.0807)
Higher Education	-0.0287 (0.0859)				
Population	0.125*** (0.0190)				0.110*** (0.0163)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	233.88***	13.58	77.65***	135.08***	236.08***
Observations	513	570	513	513	513

TT activity et TTO ont un lag de quatre ans ; Herfindahl a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag de deux ans ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 19: Test Rob. 3 : Modèle fractionnaire - Période 1998-2007 (TT activity)

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0898*** (0.0257)	0.266*** (0.0252)	0.104*** (0.0316)	0.140*** (0.0280)	0.0896*** (0.0256)
Patent stock/100k inhab	0.163*** (0.0215)		0.112*** (0.0392)	0.0911*** (0.0146)	0.163*** (0.0196)
Herfindahl	-0.258 (0.160)		-0.438 (0.290)	-0.644*** (0.159)	-0.245 (0.156)
R&D stock	0.0115 (0.0121)		0.0435*** (0.0157)	-0.0145 (0.0123)	
Big Univ.	-0.0106 (0.0292)				
HRST	-0.309 (0.219)				
GDP	-0.204 (0.128)				-0.316*** (0.0838)
Higher Education	0.217* (0.124)				
Population	0.143*** (0.0190)				0.136*** (0.0155)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	358.65 ***	102.59 ***	65.31***	219.41***	345.62***
Pseudo R2	0.1234	0.0364	0.0378	0.0876	0.1214
Observations	513	570	264	513	513

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ;

Les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 20: Test Rob. 3 : Modèle fractionnaire - Période 1998-2007 (TTO)

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0879*** (0.0270)	0.230*** (0.0294)	0.143*** (0.0313)	0.129*** (0.0302)	0.0879*** (0.0269)
TTO	0.00635 (0.0322)	0.102*** (0.0343)	0.0374 (0.0340)	0.0365 (0.0341)	0.00578 (0.0326)
Patent stock/100k inhab	0.163*** (0.0216)		0.0754*** (0.0139)	0.0895*** (0.0148)	0.163*** (0.0196)
Herfindahl	-0.258 (0.160)		-0.650*** (0.157)	-0.633*** (0.159)	-0.245 (0.156)
R&D stock	0.0116 (0.0121)		-0.0101 (0.0123)	-0.0139 (0.0123)	
Big Univ.	-0.0104 (0.0292)				
HRST	-0.308 (0.219)				
GDP	-0.205 (0.128)				-0.316*** (0.0838)
Higher Education	0.217* (0.124)				
Population	0.142*** (0.0192)				0.135*** (0.0157)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	360.45***	122.50***	182.14***	226.97***	347.69***
Pseudo R2	0.1234	0.0387	0.0792	0.0880	0.1214
Observations	513	570	513	513	513

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 21: Test Rob. 3 : Modèle Bêta à inflation de zéros - Effets Marginaux Moyens

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.122*** (0.0278)	0.309*** (0.0461)	0.188*** (0.0448)	0.169*** (0.0395)	0.121*** (0.0292)
Patent stock/100k inhab	0.127*** (0.0289)		0.0632*** (0.0215)	0.0781*** (0.0201)	0.130*** (0.0221)
Herfindahl	0.121 (0.158)		-0.351 (0.216)	-0.374** (0.176)	
R&D stock	0.0120 (0.0175)		-0.00722 (0.0252)	-0.0107 (0.0241)	
Big Univ.	0.0194 (0.0375)				
HRST	-0.297 (0.271)				-0.191* (0.112)
GDP	-0.0512 (0.140)				-0.0471 (0.0503)
Higher Education	0.197 (0.171)				
Population	0.149*** (0.0250)				0.153*** (0.0215)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	140.45***	27.91***	35.79***	114.12***	99.13***
Observations	513	570	513	513	513

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ;

Les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 22: Test Rob. 3 : Modèle Bêta à inflation de zéros - Effets Marginaux Moyens

Tech. prox	(1)	(2)	(3)
TT activity	0.118*** (0.0270)	0.117*** (0.0283)	0.119*** (0.0274)
TTO	0.0179 (0.0414)	0.0194 (0.0405)	0.0152 (0.0417)
Patent stock/100k inhab	0.127*** (0.0297)	0.126*** (0.0289)	0.131*** (0.0225)
Herfindahl	0.101 (0.155)	0.123 (0.158)	
R&D stock	0.0132 (0.0176)	0.0125 (0.0174)	
Big Univ.	0.0171 (0.0371)	0.0203 (0.0382)	
HRST	-0.289 (0.269)	-0.290 (0.270)	-0.190* (0.110)
GDP	-0.0704 (0.141)	-0.0565 (0.140)	-0.0550 (0.0541)
Higher Education	0.205 (0.173)	0.196 (0.171)	
Population	0.147*** (0.0258)	0.148*** (0.0256)	0.153*** (0.0224)
Tech. Spe - Proportion	Yes	Yes	Yes
Tech. Spe - Zero-Inflate	No	Yes	No
Wald chi2	139.87***	139.87***	97.98***
Observations	513	513	513

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;
* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 23: Test Rob. 4 : Modèle fractionnaire - Inclusion des dummies NUTS 1
(TT activity)

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0755*** (0.0242)	0.205*** (0.0263)	0.137*** (0.0267)	0.124*** (0.0257)	0.0787*** (0.0242)
Patent stock/100k inhab	0.161*** (0.0190)		0.124*** (0.0185)	0.120*** (0.0181)	0.165*** (0.0189)
Herfindahl	-0.267* (0.156)		-0.694*** (0.156)	-0.760*** (0.153)	-0.251 (0.156)
R&D stock	0.0118 (0.0119)				
Big Univ.	-0.0515* (0.0277)				-0.0546** (0.0277)
HRST	-0.373* (0.208)				-0.112 (0.130)
GDP	-0.319** (0.137)				-0.393*** (0.130)
Higher Education	0.199 (0.136)				
Population	0.166*** (0.0189)				0.165*** (0.0174)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	490.17***	155.67***	192.58 ***	260.25***	472.72***
Pseudo R2	0.1447	0.0572	0.0907	0.1072	0.1435
Observations	627	684	684	684	627

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ;

Les dummies années et NUTS 1 sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;

* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 24: Test Rob. 4 : Modèle fractionnaire - Inclusion des dummies NUTS 1 (TTO)

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0651*** (0.0249)	0.168*** (0.0290)	0.109*** (0.0286)	0.0980*** (0.0273)	0.0701*** (0.0250)
TTO	0.0313 (0.0260)	0.107*** (0.0302)	0.0846*** (0.0291)	0.0787*** (0.0282)	0.0266 (0.0262)
Patent stock/100k inhab	0.160*** (0.0191)		0.123*** (0.0184)	0.119*** (0.0180)	0.164*** (0.0189)
Herfindahl	-0.270* (0.157)		-0.679*** (0.156)	-0.746*** (0.153)	-0.253 (0.156)
R&D stock	0.0126 (0.0119)				
Big Univ.	-0.0498* (0.0277)				-0.0534* (0.0276)
HRST	-0.376* (0.209)				-0.109 (0.130)
GDP	-0.313** (0.137)				-0.388*** (0.129)
Higher Education	0.204 (0.136)				
Population	0.164*** (0.0191)				0.163*** (0.0176)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	494.30***	177.43***	214.09***	281.97***	476.34***
Pseudo R2	0.1450	0.0605	0.0928	0.1090	0.1437
Observations	627	684	684	684	627

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années et NUTS 1 sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 25: Test Rob. 4 : Modèle Bêta à inflation de zéros - Effets Marginaux Moyens

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0945*** (0.0318)	0.229*** (0.0465)	0.161*** (0.0422)	0.140*** (0.0390)	0.0975*** (0.0308)
Patent stock/100k inhab	0.132*** (0.0245)		0.107*** (0.0317)	0.104*** (0.0286)	0.134*** (0.0209)
Herfindahl	0.0397 (0.125)		-0.426** (0.204)	-0.488** (0.192)	
R&D stock	0.000422 (0.0146)				
Big Univ.	0.00774 (0.0322)				
HRST	-0.440* (0.231)				-0.164 (0.103)
GDP	-0.0653 (0.162)				-0.157*** (0.0535)
Higher Education	0.295* (0.172)				0.0977** (0.0399)
Population	0.156*** (0.0210)				0.158*** (0.0175)
Tech. Spe	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	152.84***	46.79***	58.88***	494.22***	445.37***
Observations	627	684	627	627	627

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années et NUTS 1 sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ;
* $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 26: Test Rob. 4 : Modèle Bêta à inflation de zéros - Effets Marginaux Moyens

Tech. prox	(1)	(2)	(3)
TT activity	0.0936*** (0.0293)	0.0906*** (0.0301)	0.0974*** (0.0289)
TTO	0.0182 (0.0263)	0.0162 (0.0265)	0.0152 (0.0261)
Patent stock/100k inhab	0.131*** (0.0243)	0.130*** (0.0237)	0.133*** (0.0209)
Herfindahl	0.0380 (0.121)	0.0369 (0.124)	
R&D stock	0.00421 (0.0148)	0.00202 (0.0146)	
Big Univ.	0.00417 (0.0316)	0.00743 (0.0317)	
HRST	-0.456** (0.230)	-0.446* (0.233)	-0.159 (0.100)
GDP	-0.0548 (0.164)	-0.0661 (0.161)	-0.154*** (0.0562)
Higher Education	0.315* (0.169)	0.303* (0.170)	0.112*** (0.0429)
Population	0.159*** (0.0211)	0.156*** (0.0212)	0.160*** (0.0180)
Tech. Spe - Proportion	Yes	Yes	Yes
Tech. Spe - Zero-Inflate	No	Yes	No
Wald chi2	154.86***	154.86***	411.55***
Observations	627	627	627

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années et NUTS 1 sont incluses ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 27: Test Rob. 5 : Modèle fractionnaire - Provinces avec universités en 1998
(TT activity)

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0802*** (0.0260)	0.247*** (0.0268)	0.147*** (0.0296)	0.125*** (0.0281)	0.0767*** (0.0259)
Patent stock/100k inhab	0.147*** (0.0191)		0.0621*** (0.0113)	0.0731*** (0.0119)	0.151*** (0.0171)
Herfindahl	-0.259 (0.160)		-0.517*** (0.151)	-0.611*** (0.146)	
R&D stock	0.0237** (0.0120)				0.0281** (0.0115)
Big Univ.	0.00163 (0.0263)				
HRST	-0.131 (0.197)				
GDP	-0.274** (0.120)				-0.320*** (0.0727)
Higher Education	0.111 (0.112)				
Population	0.148*** (0.0185)				0.162*** (0.0138)
Tech. Spe.	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	362.10***	98.05***	147.35***	219.02 ***	351.27 ***
Pseudo R2	0.1207	0.0330	0.0602	0.0840	0.1193
Observations	572	624	624	624	572

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années sont incluses ; Echantillon : provinces avec univ. en 1998 ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 28: Test Rob. 5 : Modèle fractionnaire - Provinces avec universités en 1998 (TTO)

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0701*** (0.0266)	0.200*** (0.0300)	0.125*** (0.0315)	0.104*** (0.0295)	0.0665** (0.0267)
TTO	0.0354 (0.0279)	0.129*** (0.0308)	0.0749** (0.0307)	0.0716** (0.0296)	0.0368 (0.0280)
Patent stock/100k inhab	0.145*** (0.0193)		0.0588*** (0.0113)	0.0697*** (0.0120)	0.148*** (0.0173)
Herfindahl	-0.255 (0.160)		-0.496*** (0.151)	-0.591*** (0.146)	
R&D stock	0.0242** (0.0119)				0.0285** (0.0115)
Big Univ.	0.00243 (0.0263)				
HRST	-0.126 (0.197)				
GDP	-0.278** (0.120)				-0.321*** (0.0722)
Higher Education	0.110 (0.112)				
Population	0.146*** (0.0187)				0.160*** (0.0141)
Tech. Spe.	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	372.02***	123.79***	164.56***	239.40***	362.77***
Pseudo R2	0.1211	0.0379	0.0619	0.0855	0.1198
Observations	572	624	624	624	572

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années sont incluses ; Echantillon : provinces avec univ. en 1998 ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 29: Test Rob. 5 : Modèle Bêta à inflation de zéros - Effets Marginaux Moyens

Tech. prox	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TT activity	0.0936*** (0.0315)	0.276*** (0.0483)	0.144*** (0.0484)	0.139*** (0.0474)	0.0954*** (0.0320)
Patent stock/100k inhab	0.135*** (0.0294)		0.0922*** (0.0320)	0.0658*** (0.0189)	0.136*** (0.0228)
Herfindahl	0.103 (0.170)		-0.268 (0.213)	-0.387** (0.181)	
R&D stock	0.0214 (0.0164)				0.0106* (0.00607)
Big Univ.	0.0191 (0.0344)				
HRST	-0.213 (0.252)				-0.194* (0.0990)
GDP	-0.137 (0.142)				-0.0914** (0.0463)
Higher Education	0.147 (0.153)				
Population	0.177*** (0.0236)				0.176*** (0.0232)
Tech. Spe.	Yes	No	No	Yes	Yes
Wald chi2	146.77***	33.53***	54.37***	372.15***	543.83***
Observations	572	624	624	624	572

TT activity a un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années sont incluses ; Echantillon : provinces avec univ. en 1998 ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

TAB. 30: Test Rob. 5 : Modèle Bêta à inflation de zéros - Effets Marginaux Moyens

Tech. prox	(1)	(2)	(3)
TT activity	0.0885*** (0.0297)	0.0857*** (0.0303)	0.0891*** (0.0297)
TTO	0.0329 (0.0323)	0.0291 (0.0325)	0.0313 (0.0321)
Patent stock/100k inhab	0.134*** (0.0291)	0.132*** (0.0290)	0.133*** (0.0225)
Herfindahl	0.119 (0.164)	0.107 (0.169)	
R&D stock	0.0234 (0.0163)	0.0223 (0.0161)	0.0122* (0.00670)
Big Univ.	0.0162 (0.0343)	0.0198 (0.0344)	
HRST	-0.257 (0.242)	-0.206 (0.251)	-0.191** (0.0963)
GDP	-0.118 (0.142)	-0.141 (0.142)	-0.0898* (0.0481)
Higher Education	0.175 (0.151)	0.147 (0.153)	
Population	0.179*** (0.0234)	0.176*** (0.0234)	0.174*** (0.0236)
Tech. Spe - Proportion	Yes	Yes	Yes
Tech. Spe - Zero-Inflate	No	Yes	No
Wald chi2	899.92***	148.32***	522.24***
Observations	572	572	572

TT activity et TTO ont un lag de trois ans ; Toutes les autres variables explicatives ont un lag d'un an ; Toutes les variables explicatives continues sont exprimées en log ; Les dummies années sont incluses ; Echantillon : provinces avec univ. en 1998 ; Standard errors robustes entre parenthèses ; * $p < .1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$