

2014

CAHIER ÉCONOMIQUE

Dynamiques des entreprises au Luxembourg

STATEC

Institut national de la statistique
et des études économiques

118

SAVOIR
POUR AGIR

Impressum

Responsable de la publication

Dr Serge Allegrezza (STATEC)

Coordination

Anne DUBROCARD (STATEC-ANEC)

Rédaction

Leila BEN AOUN-PELTIER (STATEC-ANEC), Xi CHEN (STATEC-ANEC), Anne DUBROCARD (STATEC-ANEC), Peter HÖCK (STATEC-ANEC), Umut KILINC (STATEC-ANEC), Céline LAGROST (Université du Luxembourg), Solène LARUE (Emprou sàrl Luxembourg), Séverine PERBAL (CRP Henri Tudor), Chiara PERONI (STATEC-ANEC), Tatiana PLOTNIKOVA (STATEC-ANEC), Wladimir RAYMOND (STATEC-ANEC), Cesare A.F. RIILLO (STATEC-ANEC), Eva RUCKERT (STATEC-ANEC), Francesco SARRACINO (STATEC-ANEC), Jean-Marie THOSS (Ministère de l'Education Nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse – Luxembourg), Ni ZHEN (Université du Luxembourg)

STATEC

Institut national de la statistique
et des études économiques

Centre Administratif Pierre Werner
13, rue Erasme
L-1468 Luxembourg-Kirchberg

Téléphone	247-84219
Fax	46 42 89
E-mail	info@statec.etat.lu
Internet	www.statec.lu

Novembre 2014

ISBN 978-2-87988-122-5

La reproduction totale ou partielle du présent bulletin est autorisée
à condition d'en citer la source.

Conception: Interpub', Luxembourg
Impression: Weprint, Luxembourg

Introduction	6
Innovation, exportation, productivité, responsabilité sociale et environnementale	8
<i>Un résumé analytique</i>	8
I Compétitivité et spécialisation dans une petite économie ouverte	20
1. Aspects of business demography	21
1.1. Overview of Dataset	21
1.2. Evolution of Labor over Time	22
1.3. Firm-Level Entry and Exit in the Broad Sectors	23
1.4. Profitability and Market Selection	26
1.5. References	28
2. The «non-price» competitiveness of Luxembourg's export: a new price-sensitivity index	29
2.1. Background: Luxembourg's export of goods	30
2.2. Price-sensitivity index for export of goods	33
2.3. Conclusions and Policy recommendations	33
2.4. References	38
3. Factor Allocation Dynamics in Manufacturing Sector	39
3.1. Productivity and Allocative Efficiency in Luxembourg's Manufacturing	39
3.2. Estimation of Firm-Level Productivity	39
3.3. Baily et al. (2001) Productivity Decomposition (BBH)	40
3.4. Conclusions and Policy recommendations	43
3.5. References	44
4. Total Factor Productivity at the industry level	46
4.1. The method	46
4.2. Productivity in Luxembourgish industries	48
4.2.1 Services	49
4.2.2 Manufacturing	53
4.3. Conclusions and Policy recommendation	56
4.4. References	57
II Capacités d'innovation	59
1. L'innovation au Luxembourg de 2002-2010	60
1.1. Première partie: Analyse descriptive	60
1.1.1 Les facteurs sous-jacents du processus d'innovation	60
1.1.2 L'enquête communautaire sur l'innovation	60
1.1.3 L'innovation technologique et non technologique	63
1.1.4 Les facteurs incitatifs à l'innovation	65
1.1.5 La capacité à innover	69
1.1.6 La dynamique de l'innovation technologique et non technologique	74
1.2. Deuxième partie: Analyse économétrique	76
1.2.1 Les déterminants de l'innovation technologique et non technologique	76
1.3. Conclusions et recommandations de politique économique	78
1.4. Annexe technique: Le rôle de l'innovation dans la performance économique	79
1.5. Références	80
2. Typologie des déposants de demandes de brevet luxembourgeois	83
2.1. Méthode et données	86
2.1.1 Les brevets selon PATSTAT	86
2.1.2 Les entreprises selon le Répertoire	87
2.1.3 Fusion des données PATSTAT et répertoire	87
2.2. Catégorisation des unités d'activités déposantes	88
2.3. Les Unités de production et de recherche innovantes	94
2.4. Limites et conclusion	98
2.5. Références	99
3. Concurrence perçue et innovation dans les entreprises luxembourgeoises	101
3.1. L'innovation et la compétitivité au Luxembourg: deux thèmes primordiaux	101
3.1.1 La structure de marché et l'innovation: un vieux débat	101
3.1.2 Des mesures de l'intensité de la concurrence plus adaptées au contexte luxembourgeois	101
3.2. Les données de l'enquête communautaire sur l'innovation	102

3.2.1	Les mesures de l'intensité de la concurrence	103
3.2.2	Les mesures de l'innovation	103
3.2.3	Statistiques descriptives	103
3.3.	La stratégie empirique	105
3.3.1	La dynamique dans le processus d'innovation	106
3.3.2	Le rôle de la concurrence perçue	106
3.4.	Conclusions et recommandations de politique économique	107
3.5.	Références	108
III	Compétitivité hors coût : effets sur l'emploi et la productivité du travail	110
1.	Comportements en matière de TIC et d'innovation et productivité apparente des entreprises européennes	111
2.	Impact économique de la formation professionnelle continue au Luxembourg	115
2.1.	Revue de la littérature	115
2.1.1	FPC et croissance économique	115
2.1.2	Approche microéconomique de la FPC	116
2.2.	Analyse empirique – Impact de la FPC sur la productivité et les salaires au niveau des branches	119
2.2.1	Modèle utilisé	119
2.2.2	Description des données	120
2.2.3	Méthode d'estimation et effets de la FPC sur la productivité	122
2.2.4	Effets de la FPC sur les salaires	124
2.3.	Conclusions et recommandations de politique économique	125
2.4.	Annexe	126
2.5.	Références	128
3.	The Effect of Innovation on Employment: evidence for Luxembourg	131
3.1.	Dataset	132
3.2.	Descriptive Statistics	132
3.3.	Econometric Modelling	135
3.4.	Estimation Results	136
3.4.1	Instrumenting the variable of interest	138
3.4.2	Robustness check	140
3.5.	Conclusions and Policy recommendations	141
3.6.	References	141
IV	L'esprit d'entreprise	142
1.	La dynamique de l'emploi dans les entreprises du Luxembourg	143
1.1.	Les entreprises aux sources de la création d'emploi	143
1.2.	Les petites entreprises créent beaucoup d'emplois, elles en détruisent autant	146
2.	Entrepreneurship in Luxembourg: Selected results of the GEM survey 2013	150
2.1.	What is Global Entrepreneurship Monitor (GEM)	150
2.1.1	General concepts, goals and methods	150
2.1.2	Global Entrepreneurship Monitor 2013 for Luxembourg	153
2.2.	Entrepreneurial activity in Luxembourg	155
2.3.	Conclusions and Policy recommendations	165
3.	L'accès au financement des petites entreprises indépendantes au Luxembourg	166
3.1.	Description de l'enquête	166
3.2.	Statistiques descriptives	167
3.3.	Comportement des entreprises	170
3.4.	Les déterminants de la recherche de financement en 2010	170
3.4.1	L'influence des demandes de financement antérieures	170
3.4.2	L'impact des dégradations observées (2007 et 2010)	171
3.4.3	L'impact des évolutions anticipées (2010-2013)	171
3.5.	Les déterminants de la demande de financement en 2013	173
3.6.	Conclusions and Policy recommendations	175
3.7.	Références	175
4.	Who wants to develop ICT standards? – Insights from ICT usage survey 2013	177
4.1.	Dataset	177
4.2.	Attitude and behaviour: some insights	178
4.3.	Expressing interest in participating: contingency analysis	179
4.4.	Econometric analysis	181

4.5.	Conclusions and Policy recommendations	183
4.6.	References	184
4.7.	Annexes	185
4.7.1	Alternative specifications	185
4.7.2	Specific ICT standardization subsectors	186
V	Les entreprises actrices du développement durable	189
2.	The social and solidarity economy in Luxembourg	190
2.	Corporate Social Responsibility: a firm level analysis of Luxembourg	193
2.1.	Data	195
2.2.	Contingency analysis	195
2.2.1	Motivations	196
2.2.2	Market, Group and business with government	198
2.3.	Econometric analyses	199
2.3.1	Results	199
2.4.	Conclusions and Policy recommendations	201
2.5.	References	202
3.	Which companies are green?	204
3.1.	Data and variables	204
3.1.1	Dependent variable: Measure of environmental management	204
3.1.2	Determinant factors	205
3.1.3	Control variables	206
3.2.	Contingency analysis	206
3.3.	Econometric Analysis	210
3.3.1	Model	210
3.3.2	Results	210
3.4.	Conclusions and Policy recommendations	211
3.5.	References	212
3.6.	Appendix	215
4.	Les entreprises éco-Innovantes au Luxembourg	217
4.1.	Les hypothèses testées	218
4.1.1	Les déterminants de l'innovation	218
4.1.2	Les déterminants de l'éco-innovation	219
4.1.3	L'impact de l'éco-innovation sur les performances économiques et environnementales	220
4.2.	Bases de données	221
4.3.	Construction du modèle	224
4.4.	Résultats	225
4.5.	Limites et conclusions	227
4.6.	Annexes	228
4.6.1	Définition des construits	228
4.6.2	Nomenclature NAMEA	229
4.7.	Références	230

Introduction

Un nouveau regard sur la dynamique des entreprises : innovation, exportation, productivité, responsabilité sociale et environnementale

Au début, lors de l'élaboration du projet de ce rapport, le titre de travail qui s'était imposé était « dynamique des entreprises et compétitivité » après avoir abandonné celui plus ambitieux de « bilan de l'état des entreprises au Luxembourg ». Mais le titre n'était pas exempt d'un certain nombre d'inconvénients qui n'ont que partiellement été évités par le présent cahier, qui fait suite à la présentation publique, fin 2014.

Ensuite, il y a le concept très encombrant de « compétitivité », certes très prisé, parce qu'il suggère beaucoup de choses éparées, sans s'engager sur des questions précises. Le présent rapport portait aussi le sous-titre « *dynamique des entreprises, compétitivité de la nation* », ce qui pouvait donner l'impression de céder à la facilité médiatique honnie. De plus, le lien entre entreprise, compétitivité et nation pose des problèmes méthodologiques bien connus¹. Paul Krugman et Michael Porter ont mis en garde contre l'utilisation abusive de ce concept au niveau d'un pays ou d'un espace territorial, concept qui a acquis ses titres de noblesses au niveau micro économique. L'Observatoire de la compétitivité au Ministère de l'économie² s'est beaucoup attardé sur cette question dans le cas du Luxembourg et ne cesse d'insister sur le concept clé de productivité auquel concourent une longue liste de facteurs divers.

Ensuite, il y a la « dynamique » qui suppose que l'on va se focaliser sur l'évolution des entreprises individuelles au cours du temps. La dimension diachronique est certes essentielle. Ainsi, c'est bien le cas pour les analyses qui portent sur l'innovation mais ce n'est pas le cas pour toutes les études que renferme cet ouvrage, souvent par manque de données longitudinales.

¹ Delaplace Marie, « La politique des pôles de compétitivité : la question de l'articulation entre compétitivité des entreprises et compétitivité des territoires », *Géographie, économie, société* 3/2011 (Vol. 13) , p. 255-271 URL : www.cairn.info/revue-geographie-economie-societe-2011-3-page-255.htm.

² Voir les éditions du Bilan de la compétitivité sur <http://www.odc.public.lu/>

Enfin, ce qui était certain c'est que le présent rapport, publié comme cahier économique du STATEC, devait prendre comme angle d'attaque *l'entreprise individuelle*, non pas la branche, ni l'agrégat national, même si les deux dernières perspectives sont indispensables pour se forger une vue d'ensemble.

C'est donc l'entreprise qui est au centre de ces analyses, envisagée sous toutes les coutures connues par la statistique officielle. En effet, au cours des dernières années, de nombreuses enquêtes sont venues éclairer les caractéristiques et le comportement des entreprises. C'est la division « recherche » du STATEC, avec le soutien de l'Observatoire pré mentionné, qui s'est attelée à enrichir, par appariement, les données existantes, en combinant différentes enquêtes (innovation, recherche, technologie de l'information...) et, surtout, en les exploitant de manière systématique. Les chercheurs se sont laissés guider par la théorie économique et ont appliqué les méthodes économétriques adéquates. Ce chantier vient seulement de commencer à être défriché (déchiffré ?), livrant des résultats intéressants, comme le montrent les contributions dans cette publication. La mise en perspective des données diverses, collectées par le STATEC dans le cadre de ses missions légales, ont aussi attiré l'attention sur de nombreuses questions de qualité et de (in)cohérence des données, tâches qui bénéficient au traitement statistique de base.

L'entreprise, objet non identifié

Pourtant, contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'entreprise reste un objet mal identifié et mal connu.

Olivier Weinstein³, qui a consacré un livre aux théories économiques de la firme écrit « *Dans le corpus de la microéconomie standard, la firme était réduite à peu de chose: elle était assimilée à un agent individuel, sans prise en considération de son organisation interne et des questions propres qu'elle soulève. Cette vision sommaire de la firme s'explique par l'objet central de la microéconomie: l'étude des marchés et des mécanismes de prix. Ce n'est qu'à partir des années 70 que la firme va devenir, pour les*

³ Benjamin Coriat et Olivier Weinstein *Les nouvelles théories de l'entreprise*, éd. LGF/Le Livre de poche, 1995

économistes, un objet propre d'analyse, après la redécouverte d'un article de Ronald Coase de 1937¹ ». Heureusement, la théorie a donné depuis à l'entreprise de véritable épaisseur théorique en mobilisant des notions comme le nœud de contrats, les droits de propriété et les relations d'agence, les coûts de transaction, les contrats incomplets, les compétences et le pouvoir pour appréhender la complexité des relations qui se tissent aussi bien à l'intérieur de l'entreprise qu'à l'extérieur avec les concurrents, fournisseurs, clients, et plus globalement, avec la société.

Baudry et Chassagnon² concluent dans leur ouvrage sur les théories de l'entreprises que les mutations empiriques qu'ont connues les grandes entreprises depuis les années 1980 sont la financiarisation, l'importance croissante du capital humain, la valorisation des actifs intangibles, les réseaux de production inter firmes et la responsabilité sociale des entreprises capitalistes. Ce sont là certains des sujets également abordés dans le cahier du STATEC.

On pourrait piocher dans les écrits offerts par la sociologie et le management, qui ouvrent également une série de pistes qui permettent pénétrer la complexité de l'entreprise, pour éclairer un peu cette boîte noire. Citons ici Thuderoz³ pour qui *« l'entreprise est simultanément un lieu de production, une organisation et une institution. Ces trois registres de la réalité sociale – économique, social, symbolique –, s'ils doivent être distingués pour l'analyse, ne sont ni hiérarchisés ni dissociés. L'entreprise est en effet un lieu où des hommes et des femmes coopèrent entre eux, s'organisent pour produire, inventent des règles et des façons de faire, échangent en permanence avec la société qui les entoure. Si la réalité économique de l'entreprise ne peut s'oublier un seul instant – elle intervient sur un marché, qui la sanctionne ; elle crée des richesses, sécrète un profit –, son caractère de système à la fois technique et social, sa capacité à produire des jeux d'acteurs, des règles et des valeurs, et à les diffuser dans le corps social en font une institution à part entière. »*

L'entreprise est mal connue du grand public.

Lorsqu'on affirme que les petites entreprises qui ont moins de 10 salariés représentent l'essentiel de notre stock d'entreprises (80%) et qu'elles occupent seulement 1/5 des salariés, l'auditoire reste incrédule. De même, l'observation que les grandes entreprises (plus de 250 salariés) représentent 1% du stock des entreprises surprend. Le 1% des entreprises occupe près du tiers des salariés.

La fascination pour les PME et l'entrepreneuriat sont donc compréhensibles. L'acte de création d'une entreprise et les traits personnels du porteur d'un projet innovateur sont fondamentaux pour le renouvellement du tissu économique.

On comprend mieux aussi le rôle prépondérant des plus grandes : elles concentrent l'essentiel de l'emploi, de la valeur ajoutée et de la recherche.

L'entreprise est aussi difficile à appréhender par les statisticiens. Il suffit pour cela de suivre les débats savants sur la définition de l'entreprise, entité légale d'une part et les unités locales d'autre part. Le statisticien est confronté à un foisonnement de formes d'organisation plus ou moins explicites et administrativement repérables...qui délimite l'univers statistique dans lequel s'inscrit l'entreprise et sa trajectoire dans le temps. Ces difficultés empiriques renvoient à la complexité de cet objet complexe qu'est l'« entreprise ».

Le présent rapport poursuit une visée plus large, car il aborde également les entreprises non traditionnelles, sans but de lucre, c.à.d. les entreprises dites « sociales et solidaires ». Il s'intéresse aussi aux questions de responsabilité sociale et environnementale dans les entreprises.

Les contributions sont des papiers de recherche revisités par leurs auteurs afin de faciliter la lecture par des non techniciens, même s'ils restent parfois un peu arides. Pour donner un aperçu de la publication, l'ouvrage commence par un résumé analytique des principaux résultats des articles publiés.

Dr Serge Allegrezza
Directeur du STATEC

¹ Interview dans *Alternatives Economiques Hors-série* n° 079, décembre 2008

² Baudry Bernard, Chassagnon Virgile, *Les théories économiques de l'entreprise*, Paris, La Découverte « Repères », 2014,

³ Thuderoz Christian, « Introduction », *Sociologie des entreprises*, Paris, La Découverte, « Repères », 2010,

Innovation, exportation, productivité, responsabilité sociale et environnementale

Un résumé analytique

Dans ce Cahier économique, la compétitivité du Luxembourg est principalement analysée à travers celle de ses entreprises. «La compétitivité d'une entreprise représente ses performances à long terme c'est-à-dire sa capacité à vendre et fournir durablement des biens ou services, à croître et rester rentable sur un marché en situation de concurrence. Une entreprise dite compétitive obtient des résultats supérieurs à la moyenne.» (Porter, 1985).

Les dix-huit contributions qui constituent ce Cahier mobilisent les données collectées pour la plupart sous l'égide du STATEC et d'abord auprès des entreprises:

- Répertoire des entreprises,
- Enquête structurelle d'entreprises (SBS),
- Enquête communautaire sur l'innovation (CIS),
- Enquête annuelle sur l'usage des Technologies de l'Information et des Communications (TIC),
- COMEXT, base de données du commerce extérieur,
- Continuing Vocational Training Survey (CVTS),
- Global Entrepreneurship Monitoring (GEM).

L'exploitation intensive de ces sources de données individuelles, leur fusion et leur mise en panel donnent des éclairages précieux et dressent un panorama précis et nuancé des dynamiques à l'œuvre et de l'état du tissu productif du Luxembourg.

Organisées en cinq parties, les contributions de ce nouveau Cahier explorent les performances des entreprises sous l'angle de leur productivité et de leur capacité à gagner des parts de marché et à développer de nouveaux marchés, autrement dit leur capacité à innover. L'innovation est comprise au sens large et inclut des formes et des comportements entrepreneuriaux moins habituels tels que l'entrepreneuriat social ou l'appropriation des concepts de soutenabilité sociétale et environnementale dans les stratégies des entreprises.

Ces travaux n'ont pu être réalisés qu'avec l'important soutien de l'Observatoire de la compétitivité (Ministère de l'Économie). Certaines études présentées

correspondent à la vulgarisation et à la dissémination de travaux de recherche soutenus par le Fonds National de la Recherche.

1. Compétitivité et spécialisation dans une petite économie ouverte

La première partie de ce Cahier économique est intitulée *Compétitivité et spécialisation dans une petite économie ouverte*. Elle réunit quatre contributions qui explorent la compétitivité des entreprises à travers la dynamique concurrentielle sur leur marché, leurs performances à l'exportation et l'évolution de leur productivité.

La démographie des entreprises, le rythme des créations et des disparitions d'entreprises sur un marché, renseigne sur la capacité à dégager des profits et sur l'intensité de la concurrence à laquelle elles doivent faire face. Les plus performantes accèdent aux marchés internationaux et leurs résultats peuvent être retracés à partir des statistiques du commerce extérieur.

Afin de distinguer les facteurs « prix » et « qualité » dans les biens exportés, un « indice de sensibilité au prix », est calculé dans le cadre d'une comparaison internationale et révèle des faiblesses dans le positionnement du Luxembourg. Les écarts de compétitivité constatés proviennent pour l'essentiel d'une spécialisation sectorielle défavorable. Dans ce contexte, les entreprises industrielles, principales instigatrices des exportations de biens, doivent faire des efforts de repositionnement importants pour rester compétitives.

L'analyse de l'évolution de la productivité totale des facteurs (PTF) dans les entreprises industrielles et l'identification des sources de gains obtenus montrent un ralentissement de cette dernière.

Les gains d'efficacité réalisés par les branches industrielles peuvent être décomposés selon qu'ils proviennent principalement de :

- l'agrégation des gains réalisés individuellement par les entreprises existantes,
- l'augmentation de la part que représentent les entreprises les plus productives dans la branche,
- ou bien de l'apparition d'entreprises plus efficaces
- et de la disparition des entreprises les moins efficaces.

Cette analyses est résumée aux points 1 et 3 ci-dessous.

Pour compléter cette première approche, la productivité totale des facteurs (PTF) est mesurée directement au niveau des branches d'activités industrielles et étendue aux branches de services. En outre, la méthode déployée permet de distinguer, dans les variations de la PTF, ce qui peut être attribué à l'amélioration dans l'utilisation des facteurs de production (gains d'efficacité) ou aux progrès technologiques. La plupart des branches industrielles enregistre d'importantes pertes d'efficacité. La chimie, l'industrie métallique et la fabrication d'équipement informatique maintiennent une croissance de la PTF grâce aux gains d'efficacité. Enfin, les branches dans lesquelles la productivité totale des facteurs augmente le plus, tirent en général leur dynamique des progrès technologiques, c'est-à-dire de l'innovation, dans les branches des services et de l'industrie.

Cette analyse est exposée au point 4 ci-dessous.

1. La dynamique concurrentielle des entreprises

Les entreprises entrent et sortent du marché selon les flux de profits qu'elles anticipent, lesquels sont corrélés positivement ou non avec leur productivité. Les profits anticipés ne sont pas observables, ils sont approximés ici par la marge bénéficiaire. Les données confirment que les profits anticipés des entreprises sont positivement corrélés à leur productivité, mesurée ici par la productivité apparente du travail. De plus, la productivité des nouveaux entrants est plus élevée que la moyenne mais c'est également le cas pour celles qui sortent du marché. Pourtant, sur un marché concurrentiel, les entreprises devraient sortir du marché lorsque leur productivité est plus faible ou que les

perspectives de profits sont insuffisantes. C'est une question qui mérite approfondissement.

L'analyse de cette démographie particulière est réalisée en calculant le taux d'entrée (resp. de sortie) annuel moyen des entreprises pour une branche d'activité. Ce taux rapporte l'emploi des entreprises nouvelles (resp. disparues) dans la branche à l'emploi total des entreprises existantes dans la branche.

Dans les branches de l'industrie, le taux d'entrée annuel moyen des entreprises sur le marché est de 0,7%. La Fabrication de machines et d'équipements et la Fabrication de produits alimentaires, boissons et tabacs contribuent pour environ 45% à la formation de ce taux. Le taux de sortie annuel moyen de 2,1% provient également de ces branches pour la même proportion globale. La Fabrication de produits métalliques de base représente 19% du taux d'entrée comme du taux de sortie. La plupart des entrants et des sortants sont des petites entreprises.

Dans les services, le taux d'entrée est de 1,6% (hors secteurs financiers et assurances). Les taux de sortie dans les services aux entreprises sont particulièrement faibles et l'essentiel des entreprises de services qui quittent le marché étaient actives dans le secteur du Commerce de gros et de détail. La Construction connaît une croissance rapide avec un taux de sortie très modéré, ce qui, selon nos hypothèse, suggère des opportunités de profit plus importantes que dans le Commerce.

En dépit d'une dynamique de réallocation des ressources vers des activités économiques émergentes plus profitables, les taux d'entrée et de sortie des producteurs sont faibles dans les principales activités économiques. Ainsi, les entreprises réduisent ou redéployent leurs activités en faveur des plus profitables plutôt que de sortir du marché. Dans les activités en forte expansion, ce sont le plus souvent les entreprises existantes qui grandissent et captent de nouvelles parts de marché plutôt que de nouvelles entreprises qui entrent sur le marché en croissance.

Par ailleurs, les entreprises les plus productives tendent à exporter de façon plus intensive, et les entreprises exportatrices devraient voir leur taille augmenter pour répondre à l'augmentation de la demande qui leur est adressée. Cependant, au

Luxembourg, la taille de l'entreprise est négativement corrélée à la productivité du travail.

2. Les exportations de biens :

L'« indice de sensibilité au prix » des biens exportés permet de distinguer les deux déterminants de la compétitivité : les coûts des facteurs de production, d'une part, et le positionnement dans la gamme des biens exportés et la spécialisation sectorielle, d'autre part, c'est-à-dire la compétitivité prix et hors-prix.

Au Luxembourg, les exportations de biens sont particulièrement sensibles aux prix. L'évolution de l'indice révèle une forte dégradation de la position concurrentielle hors-prix du Luxembourg notamment après la crise de 2008. L'indice est parmi les plus élevés de la comparaison internationale classant le Luxembourg juste derrière la Chine. L'écart de compétitivité hors prix vis-à-vis de la plupart des pays européens peut être attribué à une spécialisation sectorielle défavorable des produits exportés. En effet, la position dans la gamme – c'est-à-dire le niveau de qualité – des produits exportés est globalement comparable à celle de la France et de l'Espagne. Cependant, les exportations de biens sont constituées pour l'essentiel de fer et d'acier et de machines et d'équipements – catégories de produits particulièrement sensibles à la concurrence en prix. C'est seulement à l'égard de la Suisse que les différences dans la gamme des produits échangés expliquent une part prépondérante de l'écart de compétitivité hors-prix entre les deux pays.

3. La productivité totale des facteurs au niveau des entreprises industrielles

La décomposition des gains de productivité en quatre sources et l'analyse de leur évolution montrent que l'impact de la crise n'a pas été immédiat dans l'industrie, mais en a profondément modifié la trajectoire de long terme. En effet, le rythme de croissance relativement élevé de la PTF dans l'ensemble de l'industrie est largement déterminé par la dynamique de l'industrie de Fabrication de produits métalliques. Dans cette branche, l'activité économique globale s'est contractée entraînant la disparition des entreprises les moins productives.

Ainsi, les gains d'efficacité dans l'allocation des facteurs réalisés après 2002 résultent du mécanisme de « nettoyage du marché » opéré par la récession. Le principal moteur de la croissance de la productivité est constitué par les gains d'efficacité obtenus individuellement par les entreprises actives après la crise de 2002. L'importance de cet effet tient à la profonde restructuration de la production au cours de laquelle les ressources ont été transférées de l'industrie de l'acier vers les Services aux entreprises, support important du développement des services financiers. En revanche, la réallocation des parts de marchés entre les entreprises existantes n'est pas une source majeure de gain de productivité. C'est la disparition et la réduction des activités des entreprises les moins productives qui a le plus contribué au processus de réallocation des facteurs de production.

L'analyse de la productivité globale des facteurs conduite directement au niveau des branches de l'industrie confirme ces résultats. Cette seconde approche inclue également une l'estimation de la PTF dans les branches d'activités de services.

4. La productivité totale des facteurs au niveau des branches

La productivité totale des facteurs a également été mesurée directement au niveau des branches d'activités sur la période 1995-2009. La méthode déployée ici (distance à la frontière), permet de distinguer les gains obtenus par une meilleure efficacité de ceux résultant de progrès technologiques. La croissance moyenne de la PTF sur la période est positive. Toutefois, la crise de 2008 a provoqué de profondes ruptures dans cette dynamique.

Dans les services, l'industrie financière s'est modifiée structurellement: les performances de l'industrie des fonds ont progressivement supplanté les activités d'intermédiation bancaire qui cependant restent prépondérantes en termes d'emplois. Ensemble, les Services financiers et les Services aux entreprises représentent environ un tiers de l'emploi dans les activités de service. De plus, de nombreuses activités de services sont étroitement liées à l'industrie financière qui est un client important pour l'immobilier et les services informatiques et juridiques. Toutefois, l'emploi, resté relativement stable pendant la crise, n'a recommencé à augmenter que dans le

secteur des Assurances et les services auxiliaires d'assurances.

Sans surprise, dans la plupart des branches d'activités, la croissance moyenne de la PTF est plus faible en fin de période, 2007-2009 correspondant au début de la crise financière et économique. Enfin, la Production et distribution d'eau; assainissement, gestion des déchets et dépollution, la Fabrication de produits métalliques, la Fabrication de machines et équipements, la Fabrication de matériels de transport et la Construction présentent une croissance moyenne de la productivité globale des facteurs positive y compris de 2007 à 2009.

En revanche, les Services d'intermédiation financière traditionnels subissent un fort ralentissement amorcé depuis plusieurs années déjà. De façon plus surprenante, les Assurances et les services auxiliaires d'assurances, ainsi que les Services informatiques et les télécommunications se distinguent par un taux de croissance encore plus élevé depuis 2007. Pour ces branches, le progrès technologique est à l'origine de la croissance de la productivité. L'innovation est donc au cœur de la dynamique dans les branches qui ont le mieux résisté à la crise.

II. Capacités d'innovation

La seconde partie de ce Cahier est dédiée à l'exploration des *capacités d'innovation* et des leviers qui contribuent à leur accroissement.

Dans l'économie de la connaissance, la croissance des entreprises comme celle des nations dépend de plus en plus étroitement de la capacité d'innovation des acteurs privés et publics. Une mesure de performance utilisée pour rendre compte de la compétitivité des pays en la matière est le solde de la balance des paiements technologiques. Aux États-Unis, et dans une moindre mesure en France, au Japon et au Royaume-Uni, le solde de la balance des paiements technologiques est positif sur l'ensemble de la période 2001 à 2012. Il est faible, stable et quasi nul, c'est à dire équilibré, au Luxembourg. Enfin, il est négatif pour l'ensemble de l'Union Européenne sur l'ensemble de la période et le déficit dépasse 20 milliards de dollars depuis 2008. Le rétablissement de ce solde passe notamment par l'augmentation des capacités d'innovation.

Les mesures de l'innovation, les plus communément utilisées sont d'une part les déclarations des entreprises à l'enquête communautaire sur l'innovation (ECI) et d'autre part les demandes de dépôt de brevets d'invention adressées aux Offices des brevets.

1. L'innovation et ses déterminants

Les entreprises innovantes sont en moyenne plus grandes et la croissance du chiffre d'affaires est significativement plus élevée dans les entreprises qui introduisent à la fois des innovations techniques et des innovations non techniques. De plus, la taille de l'entreprise en nombre d'employés et la proportion de diplômés, l'intensité des dépenses de R&D au cours de l'année précédente et le fait d'avoir coopéré avec d'autres acteurs déterminent les capacités des entreprises à développer des activités d'innovation technologique. L'innovation non technologique pour sa part est plutôt le fait des grandes entreprises dépendantes d'un groupe et disposant d'un pourcentage élevé de ressources en personnel qualifié.

La propension à innover augmente lorsque les entreprises utilisent des méthodes formelles ou stratégiques pour protéger leurs innovations, les dépôts de brevets constituent ainsi une mesure complémentaire pour juger des capacités d'innovation des entreprises. Toutefois, les brevets sont le plus souvent identifiés aux dépôts de demandes de brevets et prennent un caractère particulier dans le contexte luxembourgeois.

2. Dépôt de demande de brevet d'invention

Au Luxembourg, en 2011, les deux-tiers des dépôts de brevets sont le fait de holdings luxembourgeoises ou d'entreprises de location-bail de la Propriété Intellectuelle, c'est-à-dire d'organisations spécialisées dans la gestion de portefeuille à l'échelle européenne. S'il y a diffusion des gains de productivité, il est difficile de les mettre en évidence au niveau national. L'étude réalisée en 2011 devrait toutefois être actualisée au regard des effets de la Loi du 19 décembre 2007 introduisant les nouveaux régimes pour l'exploitation de droits de propriété intellectuelle au Luxembourg exonérant d'impôt « 80% de la totalité des revenus nets positifs perçus à titre de rémunération pour l'usage ou la concession de l'usage

d'un droit d'auteur sur les logiciels informatiques, d'un brevet, d'une marque de fabrique ou de commerce, d'un dessin, d'un nom de domaine ou d'un modèle ».

Enfin, la structure du marché et l'intensité de la concurrence sont des déterminants essentiels des capacités d'innovation auxquels ils sont liés par des liens non univoques et dynamiques que l'on tente d'élucider dans la troisième et dernière contribution de cette partie du Cahier.

3. Concurrence et propension à innover

Théoriquement, la relation entre concurrence et innovation peut-être décrite par une courbe en U : dans la première partie de la courbe la concurrence est faible et n'incite pas suffisamment les firmes à innover. Un accroissement de la pression concurrentielle pousse les entreprises à proposer de nouveaux produits pour échapper à cette pression ou à développer de nouveaux procédés pour réduire leurs coûts. Dans la seconde partie de la courbe, la pression concurrentielle devient si forte qu'elle empêche les entreprises qui innover de retirer les bénéfices et les décourage d'investir dans les activités d'innovation. Les différents marchés soumettent les entreprises à des pressions concurrentielles variables en intensité et en nature – concurrence par les prix, par les technologies, par la vitesse de remplacement des produits – selon leur position sur la courbe.

Les coefficients de corrélation entre le type de concurrence tel qu'il est perçu et les performances technologiques des entreprises sur la période 2002–2010, montrent que les entreprises sont d'autant plus incitées à entreprendre des activités d'innovation qu'elles se sentent menacées par des entreprises qui utilisent des technologies de production plus performantes ou qui proposent des produits nouveaux. Puisque le niveau des coûts d'entrée est moins élevé dans les secteurs à basse technologie et à faible intensité de connaissance, la concurrence de nouveaux entrants potentiels sur le marché est plus intense. Les entreprises, dont le marché principal connaît une obsolescence rapide des produits, ont une propension à innover en produits ou en procédés plus élevée.

Par ailleurs, l'innovation est un processus dynamique persistant. Ainsi, une entreprise qui a investi dans des

activités d'innovation par le passé a plus de chances de continuer de développer ce type d'activités.

III. Compétitivité hors coût : effets sur l'emploi et la productivité du travail

La troisième partie du Cahier réunit trois contributions relatives aux effets de *la compétitivité hors coût du Luxembourg sur l'emploi et la productivité du travail*. Les théories de la croissance endogène ont montré l'importance des investissements en R&D, dans l'éducation et dans la formation (développement du capital humain), ainsi que de la disponibilité d'infrastructures collectives de qualité (transport et santé) pour l'élévation de la productivité globale des facteurs. Le niveau de qualification de la main d'œuvre contribue aussi directement à la production d'idées nouvelles et à la diffusion des progrès techniques incorporés dans des biens d'équipement nouveaux et des organisations nouvelles. De sorte que le progrès technique n'est pas un facteur exogène, mais il est incorporé dans le capital accumulé, notamment à travers l'informatisation (TIC) et les connaissances technologiques ou organisationnelles qui permettent de produire davantage avec la même quantité de facteurs de production. La diffusion des technologies de l'information, l'innovation et la formation continue sont des éléments clés de la compétitivité hors coût dont on évalue ici l'impact sur l'évolution de la productivité et sur l'emploi.

1. TIC, innovation et productivité apparente du travail

Les liens entre TIC et productivité saisis à travers les investissements en TIC sont maintenant bien établis au niveau macro-économique. Les industries qui produisent les équipements TIC enregistrent des gains liés à l'amélioration de leur efficacité productive. La baisse induite des prix relatifs se diffuse dans les industries utilisatrices de ces équipements améliorant la productivité du travail. Toutefois, la mesure de la diffusion des TIC et plus généralement l'impact des TIC sur la performance des entreprises conduisent à des résultats très hétérogènes dans les comparaisons internationales.

La productivité apparente du travail est mesurée par la valeur ajoutée réelle rapportée au nombre d'employés de l'entreprise. Le rapport entre la

productivité moyenne observée pour les entreprises dotées d'un équipement ou d'une ressource particulière en technologies de l'information et la productivité moyenne des entreprises qui n'en disposent pas mesure l'écart de productivité.

Dans l'industrie, la productivité du travail augmente avec la proportion d'employés connectés à Internet. Dans les services, les entreprises dont plus de 40% de l'effectif employé est connecté à Internet ont une productivité presque toujours supérieure. Au Luxembourg comme en Allemagne, les entreprises industrielles qui disposent d'experts en technologie de l'information en interne ont une productivité plus élevée. En revanche, dans les entreprises de services, le niveau de productivité est plus élevé dans les entreprises qui font appel à des spécialistes externes en Allemagne, en Suède et en Slovaquie. Au Luxembourg, au Danemark et en Finlande, ce sont les entreprises qui font appel à leurs propres équipes de spécialistes internes qui ont l'écart de productivité le plus élevé.

Ces résultats suggèrent que les nouvelles technologies et les organisations et expertises associées génèrent des gains de productivité dans les entreprises utilisatrices. Toutefois, la dispersion des effets révèle des modes d'appropriation et organisationnels spécifiques dans chaque pays.

2. Impact de la formation continue sur la productivité apparente du travail

Le facteur travail connaît lui aussi de profondes mutations. La qualité moyenne d'une heure travaillée évolue avec le niveau d'éducation et la formation de la population. Considérant la formation professionnelle continue (FPC) comme un investissement dans le capital humain, on évalue l'impact de la qualification sur la productivité du travail.

L'impact de la FPC sur la productivité et les salaires a été estimé au niveau de 28 branches du secteur marchand au Luxembourg. Les estimations confirment que la formation professionnelle a un effet positif sur la productivité du travail et sur les salaires. En outre, les effets sur la productivité sont supérieurs aux effets obtenus en termes d'augmentation de salaire. Par exemple, augmenter la proportion de salariés «formés»

de 5 points de pourcentage dans un secteur d'activité est associé à une augmentation de 4% de la valeur ajoutée par travailleur et une hausse de 1,6% des salaires. Cet impact est à la fois positif et significatif avec un décalage d'une année de la FPC. En revanche, la FPC n'a aucun effet décalé sur les salaires.

3. Innovation et création d'emplois

Les effets de l'innovation sur l'emploi sont ambigus. Ainsi, l'innovation contribue à la création d'emplois à travers l'introduction de nouveaux produits qui accroissent la demande mais peut également en détruire par l'utilisation de technologies moins intensives en main d'œuvre. Le résultat net des deux effets dépend de la perspective temporelle adoptée, de la nature – incrémentale ou de rupture – et du type – technologique ou non technologique – des innovations considérées.

Le modèle estimé sur un panel construit sur plusieurs vagues d'enquêtes communautaire sur l'innovation, montre que l'introduction d'une innovation ralentit la création d'emplois. Ce résultat, quoique surprenant est conforme à d'autres études empiriques. En effet, l'effet positif sur l'emploi dépend aussi de l'intensité de la concurrence sur les marchés des produits, du travail et des capitaux. Pour le Luxembourg et au vu de ces résultats, on peut supposer que l'innovation ferait apparaître une relation positive entre innovation et emploi si la concurrence était plus intense.

Les capacités à innover et à créer des emplois sont synonymes de capacités à entreprendre. « La contribution de l'entrepreneuriat à la création d'emplois et à la croissance a été évoquée à de nombreuses reprises ces dernières années. On estime qu'entre 1 % et 6 % des emplois créés ces dix dernières années dans les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) l'ont été par des nouvelles entreprises (OCDE, 2010) ». Qu'en est-il au Luxembourg ? Peut-on évaluer la dotation en capital immatériel dont ce pays dispose en matière d'entrepreneuriat ?

IV. Esprit d'entreprise

La quatrième partie de ce Cahier baptisée *L'esprit d'entreprise* s'intéresse plus spécifiquement aux capacités entrepreneuriales à travers quatre approches complémentaires. Après avoir identifiées les

entreprises aux sources de la création d'emplois dans un cadre de comparaison internationale, les données de l'enquête internationale Global Entrepreneurship Monitoring (GEM) sont mobilisées pour mesurer les capacités entrepreneuriales au Luxembourg. Le contexte institutionnel joue un rôle important dans la concrétisation de ces capacités. En particulier, l'accès au financement ne doit pas constituer un frein à l'entrepreneuriat indépendant et l'accès aux normes et standards constitue un « outil important de soutien à l'innovation, la compétitivité et la croissance ».

1. Création d'entreprises et emplois

Les effets sur l'emploi des entreprises nouvellement créées restent modestes au Luxembourg comme le montre les résultats d'une comparaison internationale conduite sous l'égide de l'OCDE. Dans la plupart des pays, les entreprises nouvellement créées sont celles qui contribuent le plus à la création nette d'emplois. Au Luxembourg, la croissance annuelle moyenne atteint 3% et place le Luxembourg au deuxième rang des pays étudiés selon ce critère, pourtant le solde positif provient principalement des créations d'emplois des entreprises existantes. Au demeurant, entre 2008 et 2009 et pour la première fois, les créations nettes des jeunes entreprises ne compensent plus les destructions d'emplois des entreprises plus anciennes. Comme dans la plupart des autres pays, les grandes entreprises de plus de 250 employés, représentent moins de 1% de la population des entreprises et concentrent presque 40% de l'emploi total.

2. Global Entrepreneurship Monitoring (GEM)

Le taux d'activité entrepreneuriale (TAE) désigne le pourcentage de la population résidente âgée de 18 à 64 ans qui vient tout juste de lancer une nouvelle activité – entreprise naissante ou jeune pousse lancée depuis moins de 42 mois. Avec 8,7%, le Luxembourg se situe au 10^{ème} rang des pays européens : un peu au-dessus de la moyenne des pays réunissant les meilleures conditions pour l'entrepreneuriat et l'innovation. Situés aux 20^{ème}, 21^{ème} et 22^{ème} rangs, l'Allemagne, la Belgique et la France se situent loin derrière.

En revanche, la proportion d'entrepreneurs « établis » est la plus faible des pays de la comparaison. Ce faible taux rapproche le Luxembourg de pays tels que la

Suède ou les Pays-Bas qui se classent respectivement 2^{ème} et 3^{ème} selon ce critère.

Enfin, avec 2,8% des personnes interrogées déclarant être à la tête d'une entreprise en cours de cessation d'activité, le Luxembourg est dans la moyenne des pays. Toutefois, le taux d'interruption d'activités planifiée y est le plus élevé.

Ce panorama descriptif, a été enrichi en identifiant les facteurs qui caractérisent le mieux les personnes susceptibles de se lancer dans une nouvelle activité entrepreneuriale. Ainsi, la probabilité de devenir un « nouvel entrepreneur » augmente lorsqu'on est étudiant, que l'on pense qu'il y aura de bonnes opportunités d'affaires au cours des six prochains mois, que l'on estime avoir les compétences et l'expérience requises et que l'on ne craint pas l'échec. Dans la sous-population des migrants, cependant, les hommes, diplômés – quel que soit le niveau de qualification, qui travaillent à temps partiel et les chercheurs d'emploi ont plus de chances de se lancer dans une nouvelle activité entrepreneuriale. La probabilité augmente aussi lorsque le revenu annuel dépasse 60 000€ par an.

Ces éléments dessinent un portrait nuancé du nouvel entrepreneur au Luxembourg et peuvent être rapprochés du fait que, parmi les nouveaux entrepreneurs, 5,6% seulement ont choisi ce statut par nécessité tandis que la majorité a voulu saisir une opportunité.

3. Financement des petites entreprises indépendantes

Une enquête conduite en 2010 auprès d'un échantillon représentatif des entreprises les plus dépendantes de financements externes dans le contexte économique de 2007-2010, permet de vérifier que l'accès au financement n'a pas contraint les capacités de croissance et de survie de ces entreprises notamment après la crise.

Le poids des habitudes en matière de demande de financement apparaît déterminant. Ainsi, les entreprises qui font appel aux financements externes ont tendance à le faire régulièrement. De plus, lorsqu'une entreprise décide de faire appel à des financements externes, neuf fois sur dix, sa demande

aboutit. Les données disponibles ne permettent pas de déterminer si ce résultat est imputable à un auto-rationnement des entreprises. Toutefois, les entrepreneurs qui déclarent percevoir les effets négatifs de la crise avec le plus d'acuité sont les plus enclins à investir et pour cela à avoir fait appel ou à projeter de faire appel à des financements externes. Ainsi, jusqu'en 2010, les entrepreneurs indépendants les plus exposés n'étaient pas du tout découragés de développer leurs activités, au contraire.

4. Les normes comme support de l'innovation dans les petites entreprises

Puisque les normes permettent l'interopérabilité, l'impact potentiel de la normalisation est particulièrement important dans le champ des TIC. Pourtant, en 2013, seulement 7% des entreprises de 10 employés ou plus, étaient engagées dans un processus de normalisation formalisé. Selon l'analyse économétrique, les cibles privilégiées pour le recrutement de participants aux comités de normalisation des technologies de l'information et des communications, sont les entreprises de services utilisant déjà des normes, et qui, par ailleurs, opèrent sur un marché faiblement concurrentiel sur lequel elles ne sont pas leader et sont en relations d'affaires avec les pouvoirs publics.

V. Les entreprises actrices du développement durable

La cinquième partie de ce Cahier intitulé *Les entreprises actrices du développement durable*, réunit les quatre dernières contributions qui abordent des sujets inédits :

- l'innovation sociale,
- l'innovation verte
- et la responsabilité sociale des entreprises.

1. L'innovation sociale

Selon l'OCDE, l'entrepreneuriat social désigne « toute activité privée d'intérêt général, organisée à partir d'une démarche entrepreneuriale et n'ayant pas comme raison principale la maximisation des profits mais la satisfaction de certains objectifs économiques et sociaux, ainsi que la capacité de mettre en place, dans la production de biens et de services, des

solutions innovantes aux problèmes de l'exclusion et du chômage. »

Au Luxembourg, cette « activité d'intérêt général » représentait 7% de l'emploi en 2011. Les statuts des entreprises de l'économie sociale sont très divers toutefois, il s'agit pour 70% d'entre elles d'associations à but non lucratif. Les services collectifs, sociaux et personnel et la santé et l'action sociale représentent 74% de l'entrepreneuriat social en 2011 contre 80% en 2000. Leurs domaines d'activités se sont un peu diversifiés au profit des services aux entreprises, des hôtels-restaurants et de l'agriculture qui voient chacun leur part progresser de 1% à 2%.

Les emplois rémunérés sont passés de 10 000 à 25 000 en une décennie et la proportion d'emplois à temps plein a progressé de 12 points. Plus de la moitié des nouveaux emplois à temps plein ont été créés par les associations et les organisations charitables (respectivement 58% et 26%). Les femmes représentent 70% des emplois et 83% des nouveaux emplois qu'elles occupent relèvent de la section santé et travail social. Pour les hommes la répartition des nouveaux emplois créés est plus diffuse à travers les activités. Ils atteignent 12% dans les services aux entreprises et 9% dans les services collectifs.

2. La responsabilité sociale

La Responsabilité Sociale des Entreprises (RSE) est une stratégie par laquelle les entreprises intègrent leurs préoccupations sociales et environnementales dans leurs activités et en interaction avec leurs principales parties-prenantes sur une base volontaire. La RSE peut s'interpréter comme une stratégie développée par les entreprises en réponse à une attente du marché envers de « bonnes pratiques » et à la préférence croissante des clients pour les entreprises « morales ». Au demeurant, en s'attachant à prendre en compte ces attentes, les entreprises obtiennent un effet supplémentaire à travers l'implication plus forte de leurs salariés.

Au Luxembourg, 15% des entreprises de 10 à 19 employés ont mis en place des pratiques relatives à la RSE. Ce pourcentage augmente avec la taille de l'entreprise et concerne plus du tiers des entreprises de plus de 250 employés. Pour identifier les

caractéristiques de ces entreprises, on suppose que l'entreprise décide de s'engager dans une démarche de RSE lorsque les bénéfices attendus excèdent les coûts de mise en œuvre. De plus, les motivations qui président à l'adoption de technologies de l'information «vertes» – qui sont aussi une modalité de RSE – constituent de bonnes approximations des motivations qui sous-tendent la démarche RSE en général.

Parmi ces motivations, la volonté d'améliorer son image de marque et la mise en cohérence avec la politique interne effective de l'entreprise par l'adoption de TIC vertes ont un impact positif et significatif sur la probabilité d'adopter une démarche de RSE.

Les entreprises du secteur de la production et de la distribution de l'électricité, de l'eau et du gaz, de l'assainissement et de la gestion des déchets ont une probabilité significativement plus élevée d'adopter une démarche de RSE. Pour les autres secteurs d'activités, il n'y a pas de différences significatives. En revanche, les entreprises appartenant à un groupe international, se percevant comme leader sur leur marché et, par-là, sont sans doute exposées à la pression de l'opinion publique internationale ont une probabilité plus élevée d'adopter des pratiques de RSE.

Comme pour la responsabilité sociale, des stratégies de gestion environnementale peuvent aussi être développées en réponse aux attentes et perceptions des clients sensibles à une « image plus verte » ou bien pour signaler un engagement de gestion plus transparente.

3. L'innovation environnementale

Dans cette approche, l'entreprise décide de mettre en place des procédures spécifiques afin d'identifier régulièrement son impact environnemental et de le réduire lorsque les bénéfices attendus excèdent les coûts de mise en œuvre d'une telle stratégie.

La probabilité pour qu'une entreprise décide de mettre en place un « système de gestion verte » augmente avec sa taille – suggérant l'existence d'économies d'échelle dans la mise en œuvre de ce type de démarche – et lorsqu'elle opère dans les secteurs de haute technologie ou dans le secteur de la production

et de la distribution de l'électricité, de l'eau et du gaz, de l'assainissement et de la gestion des déchets. En revanche, aucune relation significative n'a pu être établie avec le fait d'appartenir à un groupe et d'opérer sur les marchés internationaux. La probabilité est significativement plus élevée pour les entreprises soumises à une forte concurrence par les prix révélant que les systèmes de gestion verte correspondent à des stratégies de réduction des coûts des facteurs de production. Enfin, les entreprises qui coopèrent pour développer leurs innovations et qui protègent ces dernières par des brevets ont une probabilité plus élevée de s'inscrire dans une démarche de « gestion verte ». Pour celles qui utilisent des méthodes de protection de leurs innovations moins formelles ou qui déposent leurs marques, le lien est significativement négatif.

Puisque la gestion verte améliore les performances environnementales, les politiques publiques visant à réduire l'impact environnemental négatif devraient focaliser leur attention sur les petites entreprises et les entreprises de services. Ce qui désavantage, dans ce contexte les activités industrielles. De plus, le renforcement de la concurrence par les prix peut contribuer à encourager la « gestion verte » et par là, réduire l'impact environnemental négatif.

4. L'éco-innovation

L'éco-innovation est une catégorie d'innovations caractérisée par une double externalité. On entend par externalité, un effet secondaire généré par l'activité d'un producteur ou d'un consommateur qui affecte le bien-être d'un autre sans paiement (externalité positive) ou dédommagement (externalité négative) associé. Les éco-innovations génèrent des externalités positives dans la phase de diffusion des connaissances et dans la phase de diffusion de l'éco-innovation elle-même. La circulation des résultats des activités d'innovation à travers les publications, les copies et la mobilité professionnelle des chercheurs dilue les bénéfices de l'innovation au profit des imitateurs et des consommateurs. Les deux types d'externalités maintiennent l'investissement à un niveau inférieur au niveau socialement souhaitable en décourageant les précurseurs.

Pourtant, l'éco-innovation génère des effets positifs sur l'environnement dans sa phase d'adoption comme

dans sa phase de diffusion. C'est ce qui fait sa spécificité. La diminution des dommages causés à l'environnement est bénéfique pour tous et se traduit par des coûts externes plus faibles pour tous.

Le sous-investissement qui résulte mécaniquement de cette double «inefficacité du marché» fait du contexte réglementaire un déterminant crucial des comportements éco-innovants des entreprises. «Correctement conçue, les normes environnementales peuvent stimuler des innovations qui peuvent partiellement ou plus que compenser les coûts de mise en conformité à ces normes».

Le déploiement d'un processus d'innovation par les entreprises vise d'abord à améliorer sa situation concurrentielle quel que soit le type d'innovation considéré (technologique ou organisationnel) et à développer de nouveaux produits, ou à améliorer la qualité de ses produits et services existants. Ainsi, les conditions de marché, la possibilité d'exporter et de conquérir de nouveaux marchés sont des déterminants majeurs de l'innovation en général.

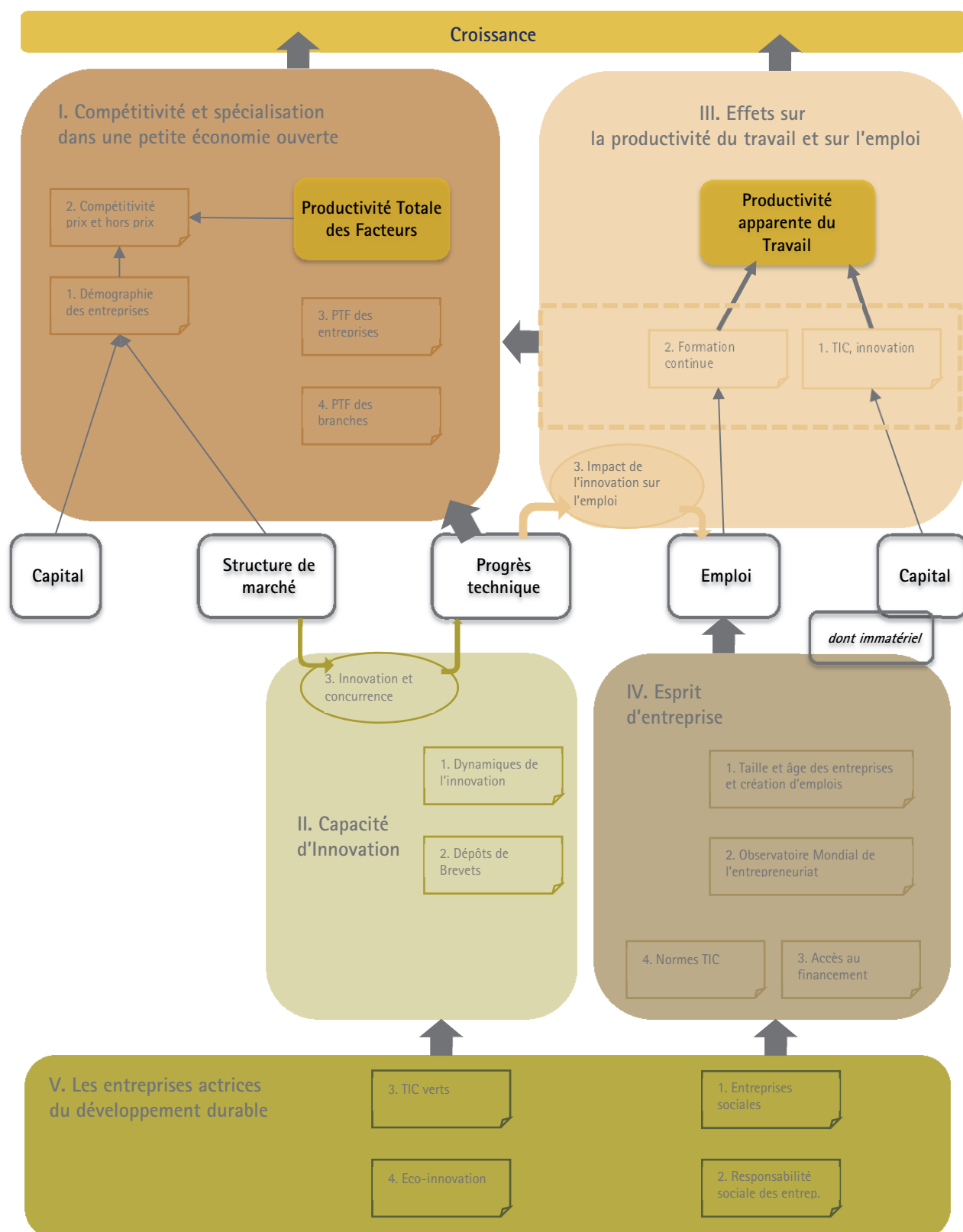
Les entreprises qui développent des activités d'innovation en général et de façon récurrente, sont plus enclines au développement de technologies propres. Mais, ici, le cadre réglementaire influe

fortement sur le comportement éco-innovateur des entreprises et ce, que ce soit lors du processus de production ou bien lorsque le bienfait environnemental attendu est destiné au consommateur final. Enfin, l'innovation organisationnelle, qui donne une meilleure garantie de retirer les pleins bénéfices de la mise en place de tout autre type d'innovation, apparaît complémentaire pour les éco-innovations comme pour les innovations en général.

Dans la majorité des cas, les entreprises ayant éco-innové n'obtiennent pas de résultats significatifs en termes de diminution de leurs coûts, d'augmentation de leur chiffre d'affaires ou sur l'emploi. D'ailleurs, ce ne sont pas les objectifs premiers assignés à cette démarche. L'éco-innovation qui s'impose d'abord par la réglementation, se traduit ensuite par une baisse de la performance et la dilution des effets dans le temps, et entre les bénéficiaires autres que l'éco-innovateur. Cela rend mal aisée la saisie du phénomène dans un modèle construit à partir d'observations individuelles et sans décalage temporel.

Schéma synoptique des contributions

Le rapide survol des contributions de ce Cahier est synthétisé dans le schéma synoptique des contributions qui suit. Il permet de visualiser à travers la mise en relations des sujets abordés, les apports potentiels à la compétitivité et à la croissance du Luxembourg.



Liste des auteurs des contributions

I. Compétitivité et spécialisation dans une petite économie ouverte

- | | |
|--|---------------|
| 1. Factor Allocation Dynamics in Manufacturing Sector | Umut KILINC |
| 2. The «non-price» competitiveness of Luxembourg's export: a new price-sensitivity index | Xi CHEN |
| 3. Total Factor Productivity at industry level | Chiara PERONI |
| 4. Aspects of business demography | Umut KILINC |

II. Capacités d'innovation

- | | |
|---|---|
| 1. L'innovation au Luxembourg pendant la période 2002-2010 | Tatiana PLOTNIKOVA
Wladimir RAYMOND |
| 2. Typologie des déposants de demandes de brevet luxembourgeois | Leila BEN AOUN – PELTIER
Anne DUBROCARD
Céline LAGROST
Séverine PERBAL |
| 3. Concurrence perçue et innovation dans les entreprises luxembourgeoises | Tatiana PLOTNIKOVA
Wladimir RAYMOND |

III. Compétitivité hors-coût: Effet sur la productivité apparente du travail et sur l'emploi

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. Comportements en matière de TIC et d'innovation et productivité apparente des entreprises européennes | Leila BEN AOUN – PELTIER |
| 2. Impact économique de la formation professionnelle continue au Luxembourg | Jean-Marie THOSS |
| 3. The Effect of Innovation on Employment: evidence for Luxembourg | Ni ZHEN |

IV. Esprit d'entreprise

- | | |
|---|--|
| 1. La dynamique de l'emploi dans les entreprises du Luxembourg | Leila BEN AOUN – PELTIER
Anne DUBROCARD |
| 2. Entrepreneurship in Luxembourg: Selected results of the GEM survey 2013 | Peter HÖCK |
| 3. L'accès au financement des petites entreprises indépendantes au Luxembourg | Serge ALLEGREZZA
Leila BEN AOUN – PELTIER
Anne DUBROCARD
Solène LARUE |
| 2. Who wants to develop ICT standards? | Cesare RIILLO |

V. Les entreprises actrices du développement durable

- | | |
|---|--|
| 1. The social and solidarity economy in Luxembourg | Eva RUEKERT
Francesco SARRACINO |
| 2. Corporate Social Responsibility: a firm level analysis of Luxembourg | Cesare RIILLO
Francesco SARRACINO |
| 3. Which companies are green? | Leila BEN AOUN – PELTIER
Cesare RIILLO |
| 4. Les entreprises éco-Innovantes au Luxembourg | Leila BEN AOUN – PELTIER
Anne DUBROCARD |

I Compétitivité et spécialisation dans une petite économie ouverte

1.Aspects of business demography

Umut KILINC

1.1. Overview of Dataset

The primary firm-level dataset used in this study is the Structural Business Survey (SBS) of Luxembourg that consists of nominal output and input expenditures. The output variable used in the following calculations is the nominal value of produced goods and services for a given year deflated by the 2-digit industry-level producer price index. The intermediate inputs are represented by the consumption of intermediate goods and services for a given year deflated by the intermediate input price index taken from the national accounts statistics at the 2-digit level. The labor input is the number of full and part time employees, where the number of part time employees is re-scaled based on the ratio of total annual working hours of part to full time employees. The investment data is deflated by the 2-digit price index for capital goods and services and used to construct firm-level capital stock through the perpetual inventory method. The measured capital stock is employed in next section while estimating production functions.

The dataset is cleaned from imputations and outliers which results considerable reduction in firm numbers. Nevertheless, firms in the sample cover around half of the economy with respect to employment shares, while the representativeness of manufacturing firms are larger than that of services. The data for services industries suffer from an important limitation that it does not cover the financial sector which contains commercial banks and other financial intermediaries. The production data of this sector is not reported in the SBS, so that only some small insurance companies are taken into account while calculating the statistics for the sector of financial and insurance activities in the following tables and graphs. The final unbalanced sample based on the SBS consists of 388 firms in the manufacturing sector and 1321 in services for the period between 1996 and 2009. The second source of micro data is the Business Register which is used to assess information on entry and exit status, as well as exports and imports.

Table 1 provides descriptive statistics on firms' production related variables in manufacturing and services sectors. The variables listed in the table are employment measured by number of employees, revenues as the nominal value of total output, v.profits as the variable profits in terms of revenues minus payroll and intermediate input expenditures,

net book value of capital assets including intangible assets (NBV), investments and intermediate input expenditures.

Table 1: Production Stat. (Million €, #Employee)

	Mean	Std	IQR	Std/Mean
Manufacturing Sector				
Employment	145.03	289.25	125.11	1.99
Revenues	36.29	96.01	25.44	2.65
V. Profits	3.68	15.18	2.9	4.12
NBV	9.21	40.43	5.18	4.39
Int. Inputs	25.75	71.76	17.41	2.79
Investments	2.12	9.95	1.15	4.69
Services Sector				
Employment	82.06	185.3	66.65	2.26
Revenues	11.5	45.9	6.9	3.99
V. Profits	2.02	18.08	1.17	8.96
NBV	5.08	45.01	0.95	8.86
Int. Inputs	5.97	32.58	3.15	5.46
Investments	0.85	8.76	0.24	10.34

NBV: Net book value of firm's total assets. IQR: Inter quartile range.

Source: Author's own calculations based on the SBS database

The ratio of standard deviation to mean gives the coefficient of variation that can provide insights into the degree of dispersion in data together with the interquartile range that is the difference between third and first quartiles. When we consider the standard error to mean ratio as a measure of dispersion, investments exhibit the highest degree of dispersion in the two sectors. This is because investments are made to construct capital stock that is used in production for several periods. A firm making a large investment in one period does not necessarily invest in the next period. In other words, productions units are able to survive multiple periods without investing into their stock of capital, and one big investment may be sufficient for the whole sample period which leads to large dispersion in investment data. NBV is an accounting measure of capital stock which does not represent the real capital stock and subject to high degrees of volatility due to the flexible nature of investments. Among the other production related variables, intermediate input is the most dispersed factor of production, since it is an almost perfectly flexible input, if one uses annual data. Conversely, labor is a quasi-fixed production factor that is subject to hiring and firing costs, which can explain the low dispersion rates in the employment data.

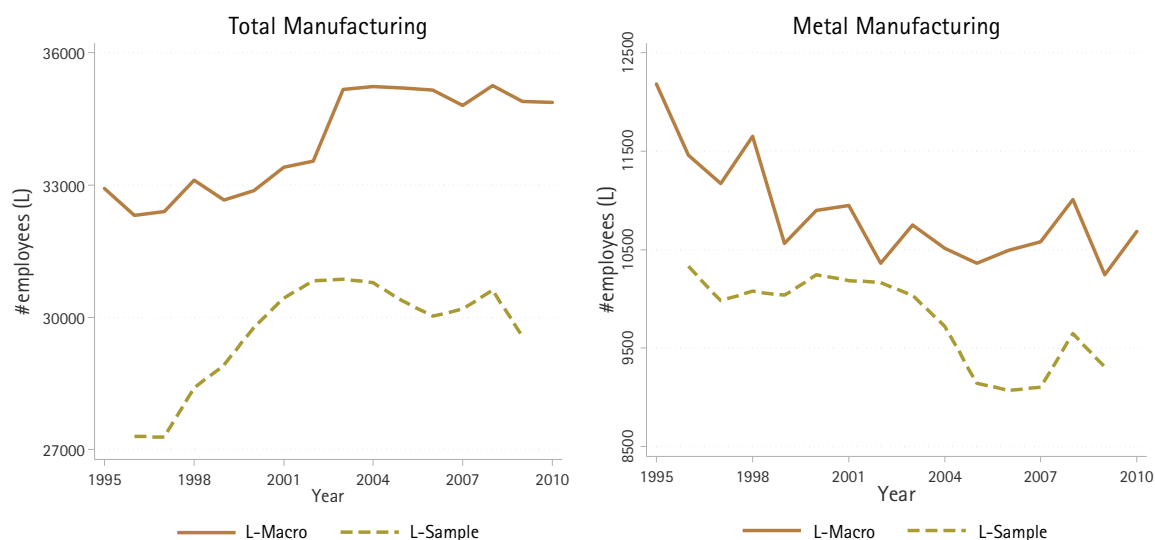
According to overall sample statistics in Table 1, firms are on average larger in manufacturing sector than in services. Average manufacturing firm employs around twice as much number of employees as the average services producing firm, but the revenue ratio of average manufacturing to services producing firm is much larger. This may be because services firms are often more labor intensive, while manufacturing firms are more capital intensive. Thus, the size gap between the two groups is lower in terms of employment since the services firms' average size is overrepresented when measured in terms of labor. The ratio of intermediate inputs to revenues is relatively large in manufacturing emphasizing a distinctive characteristic of manufacturing firms in Luxembourg; namely that firms heavily rely on intermediate inputs in production in manufacturing sector. This aspect of the production in manufacturing will be further evaluated in the next parts.

1.2. Evolution of Labor over Time

During last 40 years of Luxembourg's economy, a large portion of resources has been shifted from steel manufacturing to financial intermediation. The share

of steel industry in total value added decreased from 25 percent in the early 1970's to 2 percent in 2000's, while the share of financial sector in total value added was less than 5 percent in 1970 and rose to 28 percent in 2002. During the transformation period, the share of the mining and quarry sector was reduced considerably, which also affected the evolution path of the basic and fabricated metal manufacturing industry, because the metal manufacturing industry is vertically integrated with the mining and quarry in the production chain. Namely, the downsizing in the mining sector raises the input prices of metal manufactures and induces the basic and fabricated metal manufacturing industry also to shrink. The contraction in the employment share of the metal manufacturing industries continues throughout the sample period, although the overall size of Luxembourg's manufacturing sector expands at the same time. Nevertheless, basic and fabricated metal producing firms constitute the largest industry in the manufacturing sector in every year of the sample period with an on average 33 percent share in the total labor of the overall manufacturing sector, and more than 10.000 workers are employed in Luxembourg's metal manufacturing industries.

Figure 1: Employment in Total and Metal Manufacturing Sector



Source: Author's own calculations based on the SBS and Stan database

Figure 1 displays the time paths of the total labor of manufacturing sector in comparison to the total labor employed in the metal industries. Each graph displays two lines; one for the macroeconomic indicator taken from the national accounts statistics, and one for the

total employment of the firms in the sample of this study. The left panel shows that the number of employees in the overall manufacturing sector rises in the first half of the sample period until 2002 and follows a stable time path in the second half. On the

right panel, however, the total labor employed in the basic and fabricated metal industries decreases considerably. In particular, the sample total of labor in metal industries dropped down rapidly after 2002.

Figure 1 shows that the breaking point in employment coincides with the slowdown in economic activities that is known as the 2001-2002 recession of Luxembourg's economy where the GDP growth rates fell from 9 to 1 percent within the 2-year period. The effects of the crisis were felt more rapidly in the financial sector that experienced negative growth in the real gross value-added already in 2002. In manufacturing, however, the impact of the 2001-2002 recession did not occur instantly, but the recession seems to alter the long term evolution path of the sector.¹

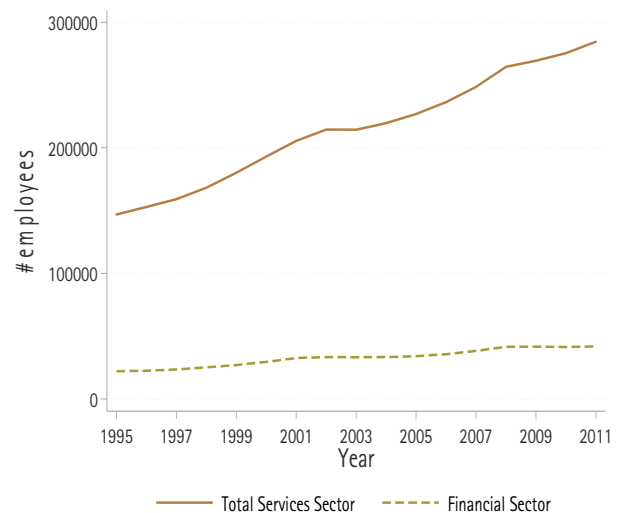
In addition to the effects of the 2001-2002 recession, the transformation in the production structure of Luxembourg has played an important role in the size reduction of the metal manufacturing. Although a large portion of the shrinkage in the mining and quarry sector had been occurred in the early 1970's that corresponds to the first oil shock when the sector's share in total value added dropped from 25 to 12 percent in 1975, the effects of the structural transformation on the manufacturing sector seems to continue until recently. This is probably because the allocation of production factors, in particular labor, across sectors is costly and slow. A factor that causes the slow reallocation of labor can be, for instance, the obligatory severance payments which are found to be excessively large in Luxembourg (e.g. OECD, 2012). The firm entry and exit rates depicted in the following parts, however, provide evidence that the 2001-2002 recession speeds up the reallocation by forcing less efficient manufacturing firms to either shrink or exit, where this phenomenon is known as the cleansing function of recessions (Caballero and Hammour, 1994). If this is the case in Luxembourg's manufacturing sector, one would expect efficiency gains in the factor allocation across manufacturing firms after 2002.

The other side of the economic transformation that is the fast growing financial sector is not included in the SBS sample as mentioned earlier. Thus, statistics created using firm-level data does not include any information on financial intermediaries throughout

this study. Figure 2 displays time paths of number of employees in the total services and financial sector that are retrieved from the national accounts statistics at the 2-digit industry-level.

The total employment in the services industries follows an increasing trend over the entire sample period. The number of employees in financial services is also increasing but at a lower rate in comparison to the overall services sector. The output share of financial sector is around four times larger than its labor share indicating high average labor productivity in financial intermediary firms. Measuring output in financial sector, however, is not straightforward and out of the scope of this study, so that the descriptive statistics are absent from financial sector's output share.

Figure 2: Employment in Total Services and Financial Sector



Source: Author's own calculations based on the Stan database

1.3. Firm-Level Entry and Exit in the Broad Sectors

Despite of considerable reallocation of resources towards more profitable emerging economic activities, producer-level entry and exit rates are low in Luxembourg's main industries. One reason for this is that firms in contracting industries react to the outside conditions by shrinking or shifting their main activities towards more profitable industries rather than exiting the market. Similarly, in enlarging industries, one often finds incumbent firms expanding their size rather than entrants capturing significant market shares. The entry and exit rates calculated by the available data are even smaller than what is

¹ During the 2001-2002 recession, Arbed as the largest steel manufacturer in Luxembourg merged with two foreign companies Aceralia and Usinor, which formed one of the world's largest steel producers of the time and was named as Arcelor.

expected in Luxembourg's economy, since the dataset used in this study excludes a portion of small firms. An important portion of small firms are not observed in the SBS database of Luxembourg, and the ones that are included in the SBS are observed at most once in every three years. The exclusion of small firms causes, to some degree, a selection bias that is more severely present in services sector. Nevertheless, the observed entry and exit rate patterns are in line with the overall structural dynamics in Luxembourg, so that exit rates are higher than entry rates in manufacturing, while entry rates are higher than exit rates in services sector.

The entry and exit rates in the following tables and figures are calculated as the total employment ratio of entrant or exiting firms to incumbents. The information on firms' entry-exit status is obtained from business register and rechecked using the SBS data. To do so, firms in the SBS are classified into three categories as incumbents, entrants and exiters, and then they are matched with the business register to test whether they are real entrants or exiters. The SBS data is categorized based on the criteria that incumbents are the firms that operate in the current and next period. Entrants are the firms that enter into the market in the current period, while the exiting establishments are the ones that exit in the next period. The entry and exit rates are first calculated for each year and industry (or size class), and then averaged over time to reach the final statistics in the below tables and figures.

Table 2: Annual Labor Shares, Entry and Exit Rates in Manufacturing

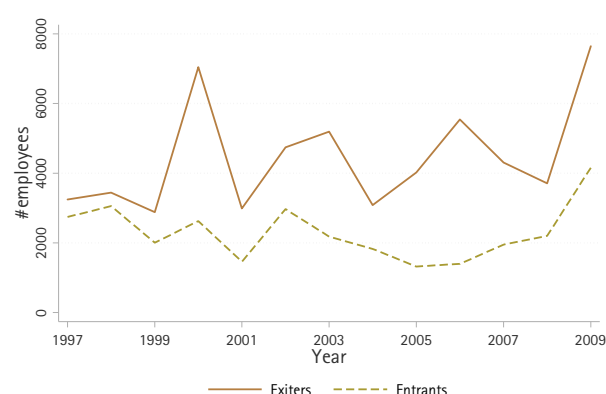
Overall Manufacturing Sector	Entry R. (%)	Exit R. (%)	#employees
	0.7	2.1	29668
Manufacturing Industries	Share in Entry R. (%)	Share in Exit R. (%)	Labor Share (%)
Food, beverages and tobacco	22.7	20.1	12.3
Textiles, leather and footwear	7.3	2.5	3
Wood and cork	0.7	3.8	2
Pulp, paper, print. and publish.	10.2	15	4.6
Chemical, rubber, plastic, fuel	1.8	10.7	16.2
Other non-metallic minerals	8	1.4	9.2
Basic and fabricated metals	19	19.3	33.1
Machinery and equipment	23	24.9	17
Transport equipment	1.9	0.2	1.3
Manufacturing nec; recycling	5.3	2.19	1.5

Source: Author's own calculations based on the SBS database

Table 2 shows the time-averaged annual labor-weighted entry and exit rates, and their sectoral distribution in the manufacturing sector in the percentage form. The annual average entry rate is 0.72 percent in manufacturing, where 23 percent of the total entry comes from the machinery and equipment industry. The exit rate is 2.1 percent, while

24.9 percent of the exits are also from the industry of machinery and equipment. The other two industries that contribute most to the entry and exit rates are the manufacturing of food, beverages and tobacco with 22.7 percent entry and 20.1 percent exit share, and the manufacturing of basic and fabricated metal products that constitute 19 percent of entry and 19.3 percent of exit rates in the total manufacturing sector. The basic and fabricated metal industry has the largest (33.1 percent), while the machinery and equipment has the second largest labor share (17 percent) in Luxembourg's manufacturing sector.

Figure 3: Employment in Entrant and Exiter Manufacturing Firms



Source: Author's own calculations based on the SBS database

Figure 3 displays the total number of workers employed in entrant and exiting firms. The exiters' labor share is larger than the entrants' share in the manufacturing sector throughout the entire sample period. The employment gap between the entry and exit expands especially after 2002, which corresponds to the period of the economic slowdown in Luxembourg. The effects of the 2007-2008 global financial crisis can be observed in the last year of the sample period, where both entry and exit rates boost considerably. The future productivity gains from firm entries in 2009, however, cannot be measured by the available data, since 2009 is the last year in the sample and manufacturing firms often require a start-up period to exploit their productivity advantage and to contribute into the aggregate growth.

In Figure 3, the time path of the total employment in exiting firms is more volatile than that of entrants, because exiting firms are on average larger than entrants. Table 4 completes Figure 3 by showing that there are 7 large manufacturing firms with more than 500 employees exited the market, while only one large firm entered during the period 1996-2009 in the

manufacturing sector. 24 middle-sized firms with more than 50 and less than 500 employees exited the market, while 12 middle-sized firms made an entry within the sample period. The evidence obtained from the descriptive analysis so far indicates that employment-weighted exit rates are higher than the entry rates although the total employment of the manufacturing sector is growing. This is because the incumbent manufacturing firms experience positive growth in terms of the amount of labor used in the production, which, in turn, slightly raises the overall sector size. The contribution of entry and exit to the overall size of the sector, however, is not significantly large, since the entrant and exiting firms are small relative to incumbents.

Table 3 displays the time-averaged annual labor-weighted entry and exit rates, and their distribution among the industries of services sector. Accordingly, the annual average labor-weighted entry rate is 1.6% percent in services. It is worth re-mentioning that the industry for financial and insurance activities only cover few insurance companies, so that the statistics of Table 3 excludes financial intermediary firms due to data availability restriction. According to the Table, the highest contribution to the services sector's entry rates comes from the wholesale and retail industry with a 31 percent share in total labor employed by the sector's entrants'. The three services industries that are construction, professional, scientific and technical activities and administrative and support service activities also exhibit high entry rates in terms of employment. The observed exit rates in business services are very low with more than half of the exits are from the wholesale and retail trade industry. The trade industry is the largest subgroup in services sector excluding financial services, and it is subject to highest degree of firm churn. Construction firms also have a large share in the total employment of the sector, but this branch of economic activity is a rapidly growing and does not subject to high rates of firm exit in Luxembourg. One possible reason for this is that profit opportunities are larger in the construction than in the wholesale and retail trade.

Table 3: Annual Labor Shares, Entry and Exit Rates in Services Sectors

Overall Services Sector	Entry R. (%)	Exit R. (%)	#employees
	1.6	0.2	81512
Services Industries	Share in Entry R. (%)	Share in Exit R. (%)	Labor Share (%)
Electricity, Gas, Steam and Air Conditioning Supply	1.23	0	1.22
Water Supply; Sewerage, Waste Management and Remediation Activities	0.44	0.14	0.98
Construction	19.62	2.86	18.39
Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles and Motorcycles	30.6	53.67	23.55
Transportation and Storage	6.74	12.99	13.5
Accommodation and Food Service Activities	5.47	1.02	4.27
Information and Communication	7.63	3.56	6.51
Financial and Insurance Activities	0.06	0	0.15
Professional, Scientific and Technical Activities	11.08	0.45	9.02
Administrative and Support Service Activities	15.13	18.31	15.61
Education	0.07	0	0.01
Human Health and Social Work Activities	0.02	0	8.32
Arts, Entertainment and Recreation	0.09	6.98	0.19
Other Service Activities	1.16	0	0.4

Source: Author's own calculations based on the SBS database

Table 4: Size Distribution, Entry and Exit Rates with in Size Groups

Size Class	Share (%)	#entrant	Entry R. (%)	#exiter	Exit R. (%)
Manufacturing Sector					
≤50	13.24	69	1.16	66	1.2
>50,≤250	28.97	9	0.67	19	1.7
>250,≤500	21.42	3	1.03	5	1.68
>500	36.37	1	0.43	7	3.09
Services Sector					
≤50	14.44	356	2.47	27	0.12
>50,≤250	41.78	72	1.37	7	0.15
>250,≤500	13.97	1	0.27	0	0
>500	29.81	6	1.15	4	0.75

Classification and shares are based on number of employees.

Rates are employment shares of entrants or exiters within size classes.

Source: Author's own calculations based on the SBS database

Table 4 separates firms into four size-groups and displays the entry and exit rates within each size group for manufacturing and services sectors. The share of small firms that have less than 50 employees is 13 percent in manufacturing and 14 percent in business services. Knowing that some of the small firms are excluded in the sample, these numbers underrepresent small firms' actual share in the economy. Nevertheless, most of the entrant and exiters are within the group of small firms in Luxembourg. The number of small entrants is 69, while small entrants employ 1.2 percent of all employment in the group of all small firms in manufacturing. The entry rate in the group of small firms in services is larger than in manufacturing. There are 356 services producing small entrants with a 2.5 percent share in the entire set of small services firms.

The main difference between manufacturing and services sectors' size distribution comes from the group of small-middle-sized establishments that have more than 50 less than 250 employees. The small-middle-sized establishments have a 42 percent labor share in services, while there are 72 small-middle-sized services producing entrants. The share of small-middle-sized establishments is 29 percent in manufacturing and only 9 manufacturing entrants is within this size group. The exit rate in the small-middle size group in manufacturing is much higher than that of business services. Therefore, there are 19 exiters that have 1.7 percent employment share within the small-middle-sized firms' group in manufacturing, while there are only 7 small-middle exiters in business services with 0.15 percent of employment share. Overall, large firms with more than 500 employees constitute the largest firm-size group in manufacturing, while the largest group is the small-middle-sized firms in manufacturing. Most of the firm entry-exit, however, is observed in the smallest firms' group with in the sample period.

1.4. Profitability and Market Selection

Firm profitability plays an important role in shaping firm dynamics. Firms enter or exit based on their expected profit streams which may not be always correlated with physical productivity in the technical production process. In other words, firms that are more productive than the industry average may exit the market, just because their expected profit stream is negative. Similarly, one may observe low-productivity entrant, but they probably make the entry decision because of their positive profit expectations. In empirical research, measuring firms' expected profit stream is difficult, if not impossible, because expectations can be influenced by various factors most of which are unobservable for the researcher. An incomplete list of these factors includes uncertainty, macroeconomic distortions from inside or outside of a country, economic and political stability, idiosyncratic shocks affecting firm productivity, demand conditions and economic performance of competitors.

Although being not a perfect indicator of expected profit streams, firms' per-period profits can be used to obtain insights into firms' survival decisions, but per-period profits are also unobserved in most cases. This is because, one of the important cost components, the user cost of capital, is unavailable and difficult to measure at the firm-level. Most widely used methods of measuring the user cost of capital are formulated to calculate aggregate-level statistics and ignore any degree of firm-level heterogeneity which is not

desirable in the context of this study. This part, therefore, makes use of a firm-level profit measure that is calculated by revenues minus variable costs containing expenditures on only labor and intermediate inputs.

Table 5: Relative Productivity, Profitability and Firm Size

	Labor Prod.	PM	Firm Size
Manufacturing Sector			
Entrants	0.7	0.94	0.61
Exiters	1.16	0.95	0.88
Services Sector			
Entrants	1.17	1.18	0.83
Exiters	1.21	0.63	0.76

Source: Author's own calculations based on the SBS database

Table 5 displays average labor productivity (value-added divided by number of employees), profit margin (PM: variable profits to revenues ratio) and firm size (in terms of number of employees) ratios of entrants and exiters to the industry average. The first column represents relative labor productivity of entrants and exiters in the two main sectors. Accordingly, manufacturer entrants have on average significantly low productivity in comparison to the industry average. One reason for this can be the startup period in which new firms conduct learning-by-doing type activities to explore and exploit their productivity potential (e.g. Olley and Pakes, 1996). Alternatively, entrant firms often face adverse demand shocks that pull their markups down in the startup phase (e.g. Foster et al., 2008). Demand shocks reduce not only markups but also entrants' productivity, when productivity is measured by nominal output indicators that are deflated by aggregate price indices. Nevertheless, having low-productivity entrants is not problematic as long as entrants' post-entry productivity performance is sufficiently high. Moreover, the presence of low-productivity entrants indicates a low productivity threshold to enter into the domestic markets, which is a favorable situation especially for economies under structural transformation.

In services sector, entrants' labor productivity is slightly higher than the industry average. Furthermore, exiter firms in both manufacturing and services sectors are also on average more labor productive than the overall productivity average of the two sectors. Although high-productivity exiters may indicate excessive destruction or inefficient market selection, it is difficult to argue that there is excessive destruction in Luxembourg's economy by comparing

only labor productivity levels. This is because labor productivity may reflect the differences in production method rather than actual productivity. For instance, labor productivity would overestimate a firm's productivity, when the firm is less labor intensive than the average firm in the industry.

One can arrive better understanding of exit dynamics in an industry by observing firm profitability in addition to productivity, since firms make exit decisions based on their profit expectations, and the correlation between profits and productivity may not always be significantly positive (e.g. Foster et al., 2008). The second column of Table 5 displays entrants' end exiters' relative profit margin.

Accordingly, exiter firms in both sectors have on average lower profitability in comparison to the industry averages. This suggests that market selection mechanism clears the market from low profitability firms some of which have relatively high labor productivity. One, however, needs to introduce capital input into the analysis of productivity to draw a more reliable picture of exiters' productivity performance, so that it is possible to distinguish a low-productivity firm from more labor intensive one.

The last column of Table 5 displays average relative firm size of entrants and exiters. From previous parts, we already know that entrants and exiters are relatively small in Luxembourg. Table 5 further shows that relative size of entrant firms is particularly slow in manufacturing. This supports our previous discussion that entrant manufacturers face harsher startup conditions and possibly need longer startup period to exploit their productivity potential and catch up with incumbents. Manufacturing exiters relative size is larger than manufacturing entrants as well as services producing exiters. One reason for this may be that manufacturing firms often rely on high amounts of physical capital stock that cannot be adjusted quickly to the changing conditions. This may constrain manufacturers' flexibility while reacting to idiosyncratic shocks and induce them to exit in larger sizes.

Table 6 displays the partial correlation matrix among a set of firm-level variables that contain labor productivity, age, import intensity, export intensity and variable profit margin. Import and export intensity represent the ratios of exports and imports to total revenues of a firm. The partial correlation coefficients are calculated using 2-digit industry fixed effects.

Table 6: Partial Correlation Matrix

	Lab. Prod.	Age	Imp. Int.	Exp. Int.	PM
Manufacturing Sector					
Firm Size	-0.147	0.177	-0.032	0.167	0.021
Lab. Prod.		0.018	-0.053	0.119	0.336
Age			-0.007	0.121	0.000
Imp. Int.				0.066	-0.191
Exp. Int.					0.027
Services Sector					
Firm Size	-0.465	0.234	-0.021	-0.064	0.017
Lab. Prod.		-0.077	-0.051	-0.01	0.111
Age			-0.009	-0.001	-0.004
Imp. Int.				0.008	-0.183
Exp. Int.					0.003

Source: Author's own calculations based on the SBS database

In both manufacturing and services sectors, labor productivity is positively correlated with profit margin, and the correlation coefficient is larger in manufacturing sector. The profit margin, however, is negatively correlated with import intensity. The main difference between manufacturing and services sectors is observed in the fourth column where the correlation coefficients between export intensity and other variables are reported. This is because measuring trade in terms of services is not straightforward and most of the business services firms have non-positive exports in our sample, so that interpretations of the export related findings are made only for the manufacturing sector. In manufacturing, export intensity is positively correlated with firm size and labor productivity. This is somewhat expectable because more productivity firms tend to export more intensively, and exporting firms expand their size as a response to increased demand to their product. However, firm size and labor productivity is actually negatively correlated indicating that intensively exporting firms constitute a special group in which openness to international trade lead to positive correlation between firm size and productivity. This provide evidence to the existence of allocative efficiency gains from international trade in manufacturing sector, so that potentially productive firms exploit their productivity advantage by entering into export markets and expanding their local market share. Thus, although exporting does not influence firms' individual productivity (but high-productivity firms export), it increases aggregate productivity by shifting resources towards more productive establishments (e.g. Melitz, 2003).

1.5. References

BAILY, M. N., E. J. BARTELSMAN, and J. HALTIWANGER (2001). Labor productivity: Structural change and cyclical dynamics. *The Review of Economics and Statistics* 83 (3), 420–433.

CABALLERO, R. J. and M. L. HAMMOUR (1994). The cleansing effect of recessions. *American Economic Review* 84 (5), 1350–68.

FOSTER, L., J. HALTIWANGER, and C. SYVERSON (2008). Reallocation, firm turnover, and efficiency: Selection on productivity or profitability? *American Economic Review* 98 (1), 394–425.

MELITZ, J. MARC (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6):pp. 1695–1725

OECD, (2010) Measuring globalisation: OECD economic globalisation indicators 2010.

OECD, (2012). OECD Economic Surveys: Luxembourg 2012. OECD Economic Surveys: Luxembourg. OECD Publishing.

OLLEY, G. S. and A. PAKES (1996). The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. *Econometrica* 64 (6), 1263–1297.

PERONI, C. (2012). Productivity and competitiveness in Luxembourg: Productivity and the crisis: The evolution of total factor productivity in Luxembourg from 1995 to 2010 (luxklems project). *Perspectives de politique économique* No. 18, Observatoire de la Compétitivité.

2. The «non-price» competitiveness of Luxembourg's export: a new price-sensitivity index

Xi CHEN

Export competitiveness of a country reflects its ability and performance to produce and to sell goods and services in the global market. At a time when advanced economies are subjected to budgetary constraints, the capacity of improving country's balance-of-trade seems to be a key factor of economic sustainability and potential growth. Thus, measuring export competitiveness is increasingly important for both researchers and policy makers. The export competitiveness at the country-level covers a wide range of research topics that includes productivity, exchange rate, product differentiation, and marketing strategy, among others. In general, the different characteristics of the economy contribute to two components of its export competitiveness, namely the "price" and "non-price" competitiveness. The "price" competitiveness refers to country's capacity to lower production costs or selling price of its products. In contrast, the "non-price" competitiveness refers to country's ability to distinguish its exports from competing products through the quality, brand image, extensive distribution, specialization and other non-cost related factors. Typically, an improvement of "non-price" competitiveness can reduce the price sensitivity of country's exports, thus protect its exports from the global price competition.

Numerous studies investigate different aspects of the "non-price" competitiveness. The main focus of research has been devoted to finding the nature of these "non-price" determinants, the methodological issues of measuring the "non-price" competitiveness and its economic implications. The report of INSEE (2013) for example considers the "non-price" competitiveness as one key determinant of recent fluctuations in trade balance for several European countries. This study points out that the performance of German exports is characterized by the price inelasticity and the substantial gain in "non-price" competitiveness. Benkovskis and Rimgailaite (2011) measure the evolution of quality-adjusted export price for the new EU member states, and show that the increase of absolute export prices is not necessarily resulting in increase of quality-adjusted prices and in loss of competitiveness. Their results suggest that cost-related factors are not the only explanation for countries' export performance. Di Comite (2012) develops a structure estimation model to decompose the export competitiveness into five components: the

cost-related factors that includes unit labour cost and export price; the "non-price" determinants that includes quality, market share and capacity to sell. His empirical results show that there is a significant quality variation among EU countries. Thus, some countries have an advantageous position to compete on "non-price" factors.

In this chapter, we measure and analyse the "non-price" competitiveness of Luxembourg's export of goods. Following the methodology introduced by Sautard, Tazi and Thubin (2014), the main empirical strategy is to use a new price sensitivity index to infer the "non-price" competitiveness of a country. The new index is based on the revealed preference theory (Aiginger, 1997). The advantage of this method is that the index can be easily calculated for different periods (in contrast with the econometric approach where the estimation results is an average over time and sensitive to the period of regression), and is able to decompose the price sensitivity into the products specialization and quality range effects.

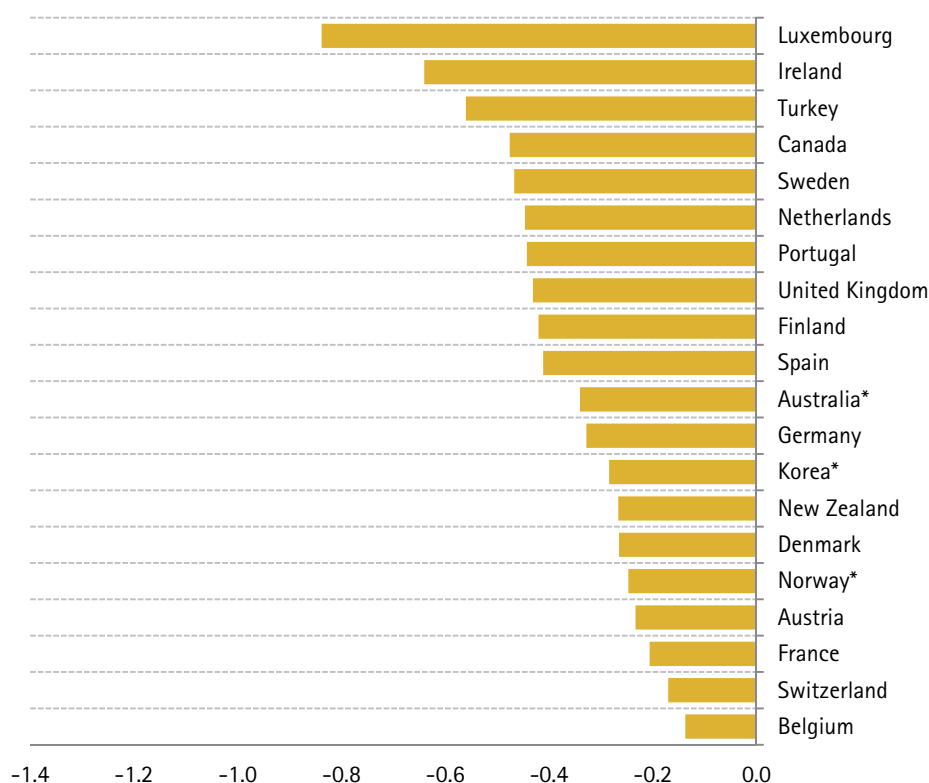
The motivation of re-examining the case of Luxembourg is to explain the high value of export elasticity of price, which is documented in the OECD report on *Economic Globalisation Indicators 2010*. In the report, the sensitivity of export flows to price changes is measured through an estimated elasticity by using the generalized least squares regression. The estimation results suggest that Luxembourg' exports are more sensitive to a price change than other OECD member countries (see Figure 1), which implies that Luxembourg has a less advantageous position in the "non-price" competition. In this chapter, we re-examine the non-price competitiveness by exploring different features of the new index. In particular, this index allows us to decompose the price sensitivity and to study its evolution. The decomposition of Luxembourg's export price sensitivity shows that Luxembourg's disadvantage in the "non-price" competition is mainly due to the product specialization rather than quality range effect. In addition, we find that the "non-price" competitiveness of Luxembourg is subject to large volatility in the recent years.

The remainder of this chapter is organized as follows: the next section provides an overview of

Luxembourg's exports of goods, and the positioning of its export sector among other EU countries. In Section 2.2, we first briefly review the methodology of the

new price-sensitivity index, and then apply the index to measuring the "non-price" competitiveness of Luxembourg. Section 2.3 summarizes our empirical findings and concludes.

Figure 1: Export elasticity of price (1970–2006)
estimated by authors of OECD Economic Globalisation Indicators 2010



Source: OECD Economic Globalisation Indicators 2012

2.1. Background: Luxembourg's export of goods

As a small open economy, firms operating in Luxembourg rely heavily on trade activities: Luxembourg is the OECD member country with highest trade-to-GDP ratio (see the OECD report, 2010). On the other hand, Luxembourg-based firms also face an increasing competition pressure from their international competitors. For instance, Luxembourg has the highest imports penetration of goods and services among the OECD countries. Thus, monitoring country's export performance and its positioning among other advanced economies is of great importance to policy makers.

Traditional literature on international economics is often focusing on the price competition of export markets, such as exchange rate, production cost and productivity. In this chapter, we are interested in the "non-price" determinants of export performance. There are three main reasons that understanding of

the "non-price" competitiveness is important in the case of Luxembourg. First of all, the "non-price" factors may play an important role in determining the export performance. A European Commission's study suggests that the price-related competitiveness explains only less than 40% of the fluctuations in euro-area countries' export performance (see European Commission report, 2010). Secondly, the "non-price" determinants offer a high leverage for boosting export performance. Decision makers could explore this new source of export-led growth by investing in some key areas, such as product specialization, marketing strategy, innovation and human capital. For example, Switzerland and Germany are the two "success stories" in Europe, which are targeting on the "non-price" competition. The third reason is that the relationship between the price and non-price positioning of a country depends and affects profoundly the economic structure. Any economic reform that favours the price or non-price competition of country's export sector, will interfere with economic fundamentals, such as the

factor reallocation among industries (Melitz, 2003) and the labour market structure (Helpman, Itzhaki and Redding, 2013). Therefore, these policies may have significant implications on the economy beyond the scope of exporting sectors.

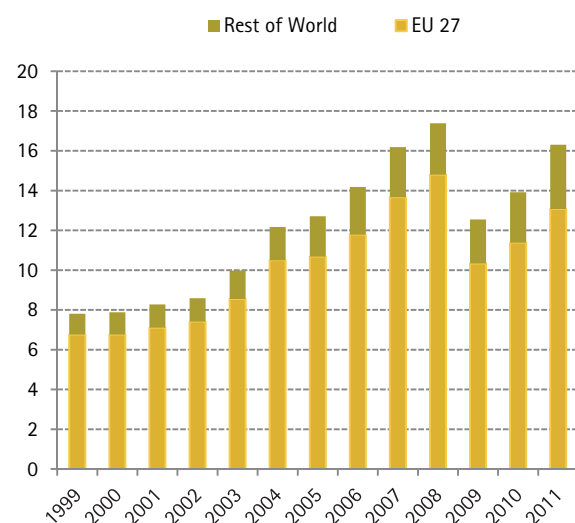
Before going into the main analysis of non-price positioning of Luxembourg, we firstly frame the context of Luxembourg's export and provide some descriptive statistics. Although, the export of service represents a large proposition in Luxembourg's total export, in this chapter we focus only on export of goods. This is mainly because the price of goods is well defined and fairly comparable in the international trade, and the notion of product quality is also more suitable to goods. Given the availability of data, the period of analysis is 1999 to 2011. In this section the main source of data are: the OECD-WTO Trade in Value Added (TiVA) database and the OECD International Trade by Commodity Statistics (ITCS) database. Figure 2 and 3 depict the evaluation of Luxembourg's export of goods by destinations (the EU27 and rest of world) and a country comparison, respectively.

Luxembourg has experienced a strong expansion of exported goods, i.e., the total value of exported goods is doubled from 1999 to 2008. As a small open economy, Luxembourg is particularly sensible to the fluctuation of macroeconomic environment, its trade activities contracted in the 2008 crisis. However, after 2009 the export growth is quickly re-established at the pre-crisis rate. The export of goods grows at an average annual rate of 14% in 2010 and 2011 (in comparison to the average growth rate of 9.5% for the period of 1999-2008). In particular the export to outside of EU27 area contributes significantly to this growth. For the years 2010 and 2011, the average growth rate of intra-EU27 export is 12.5%, while extra-EU27 exports growth is 21.3%. We can see from Figure 3 that, despite this strong growth, the main trading partner of Luxembourg remains largely the European countries. The average share of exports to the EU27 countries represents 84% of Luxembourg's total exports, comparing to 65% and 62% for France and Germany, respectively.

The outside EU export destinations seem to be a new source of growth to be explored for Luxembourg's exporting sectors. However, entering new markets requires not only competitive price policies and high productivity, but it also depends on the "non-price" factors. The "non-price" competitiveness could offer an important comparative advantage to the firms that are exporting to emerging and less developed markets where the demands are highly sensitive to the price.

In Figure 4, we compare the export composition of Luxembourg with three neighbouring countries. The top four exported goods (at HS2¹ level of Harmonized Commodity Systems) for Luxembourg are iron and steel, electrical machinery, heavy machinery, and plastics, which represent 46% of total value of export. The degree of export specialization of Luxembourg is similar to Germany where the top four exported good makes up 50% of total value. French exporting sector is slightly less concentrated with a degree of 40% and Belgium's top four exported goods only represent 37% of total value. Since the price sensitivity is varying across different product categories. Thus, the product specialization contributes directly to the variation in the aggregate price sensitivity index of a country. In addition, the exported goods within the same category may differ in quality. Thus, the demands of these goods are more or less sensible to the selling price. In the next section, we use the price sensitivity index proposed by Sautard, Tazi and Thubin (2014) to account for both product specialization and quality range effects.

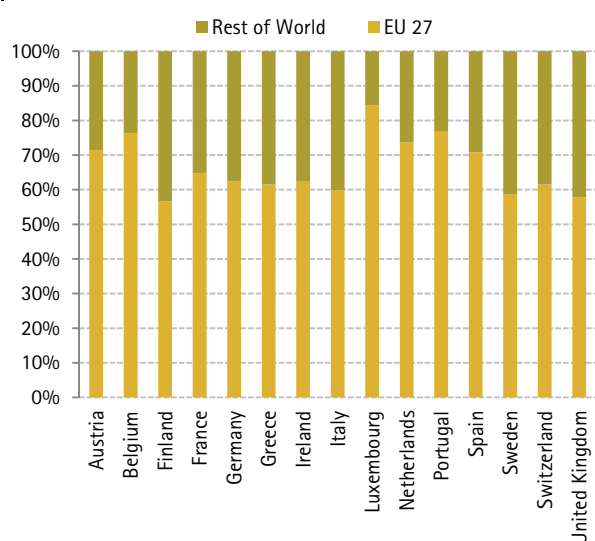
Figure 2: The evolution of Luxembourg's export of goods between 1999 and 2011 (value in thousand million U.S. dollars)



Source: the OECD-WTO Trade in Value Added (TiVA) database

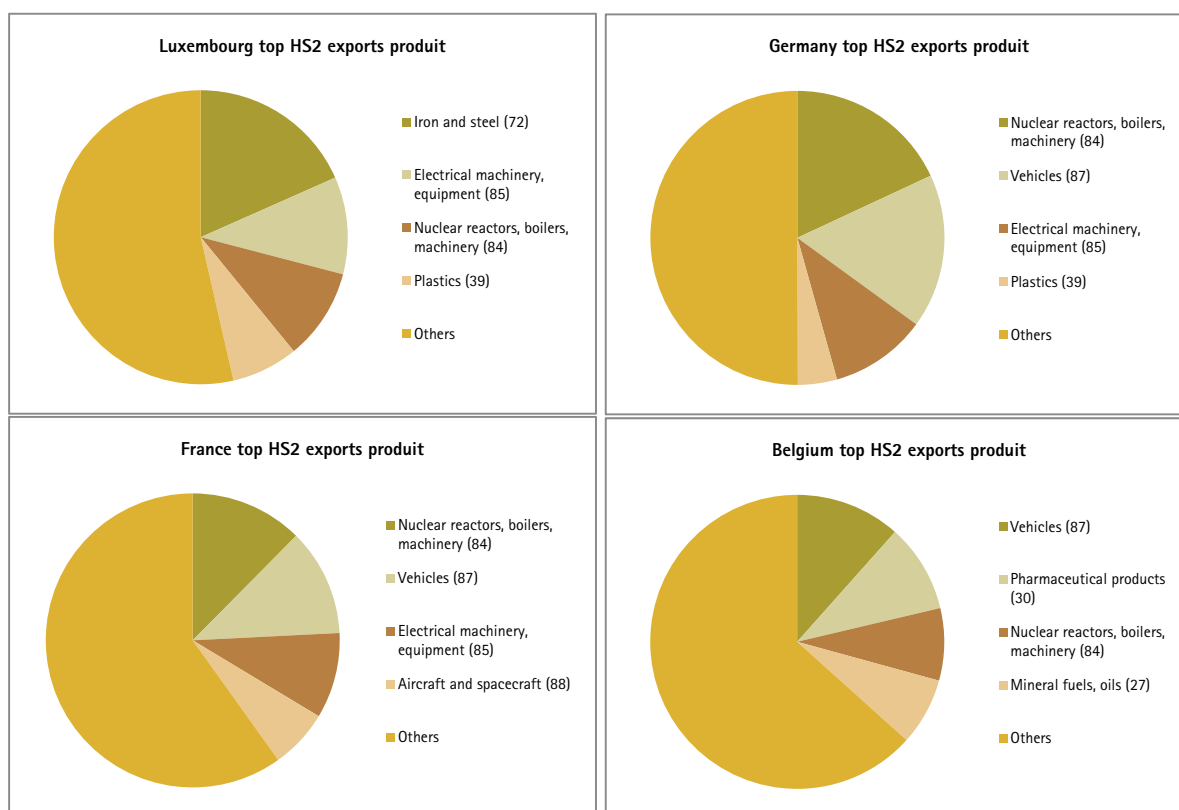
¹ HS2: Harmonized System Codes 2

Figure 3: Country comparison of exports destinations (EU27 vs. Rest of World in %)



Source: the OECD-WTO Trade in Value Added (TiVA) database

Figure 4: Percentage of top four exported goods and their HS2 code



Source: the OECD International Trade by Commodity Statistics (ITCS) database

2.2. Price-sensitivity index for export of goods

In this section, we firstly outline different construction steps of the price-sensitivity index and the intuition behind them. The main variables used in calculating the index are:

- i. the average import and export unit values (in current price per quantities, e.g. dollars per metric ton) of product category p by country c , denoted as UV_{pc}^M and UV_{pc}^X , respectively;
- ii. the total import and export quantities (in the corresponding measurement unit, e.g., metric ton), denoted as Q_{pc}^M and Q_{pc}^X ;
- iii. the total value of import and export, $T_{pc}^M = Q_{pc}^M UV_{pc}^M$ and $T_{pc}^X = Q_{pc}^X UV_{pc}^X$.

Given variables of interest, the construction of price-sensitivity index consists of three steps:

- 1) calculation of the index for a specific product p by a country c (IQ_{pc});
- 2) calculation of the overall product-wise index for a product p at global level (IQ_p);
- 3) calculation of the total index of a country (IQ_c) by aggregating the product-wise index.

Step 1 is the main building block of this methodology, which reflects the basic idea of the index: "if the quantity of a given product exported by a country exceeds the quantity imported, and if, at the same time, the export price exceeds the import price, then the product's sales depend more on its quality than on its price" (P.9 in Sautard, Tazi and Thubin, 2014).

The resulting index (IQ_{pc}) from Step 1 has a value between -1 and 1. A higher value means country c is more positioned where the price of product category p is inelastic, and therefore its exports of product p are determined by non-price factors, such as quality. Step 2 consists of aggregating the product- and country-specific index over countries $c = 1, \dots, C$, into an overall product-wise index by using the shares of traded quantities, $\omega_{pc} = \frac{Q_{pc}^X}{\sum_c Q_{pc}^X}$:

$$IQ_p = \sum_{c=1}^C \omega_{pc} IQ_{pc}.$$

The index IQ_p measures the price sensitivity of a product p in the world trade. It has the same interpretation and support as IQ_{pc} . Step 3 consists of aggregating the product index over products

$p = 1, \dots, P$, into a total country index by using the shares of exported values, $\omega'_{pc} = \frac{T_{pc}^X}{\sum_c T_{pc}^X}$ and of adding a range effect, G_{pc} :

$$IQ_p = \sum_{p=1}^P \omega'_{pc} IQ_{pc} G_{pc},$$

where the index G_{pc} measures the relative quality range. A higher value of G_{pc} indicates that the exported product p of country c is more positioned as a "high-end" product. The index IQ_c can be interpreted as the aggregate price sensitivity of a country c , which depends on its product specialization (captured in $\sum_{p=1}^P \omega'_{pc} IQ_p$) and the quality range effect (captured in $\sum_{p=1}^P \omega'_{pc} G_{pc}$). The detailed construction of indexes IQ_{pc} and G_{pc} can be found in p.9-10 of the paper by Sautard, Tazi and Thubin (2014).

The series of index presented in this chapter are provided by Directorate General of the Treasury (DG Tresor) based on the calculations of Sautard, Tazi and Thubin (2014). The raw data that are used in the calculations come from the CEPII's BACI database, in which the nominal and real trade flows of 1400 product categories (at HS4 level) are recorded for 220 countries. Note that the BACI database provides only information for Belgium-Luxembourg Economic Union. Thus, the index for Luxembourg presented in the following figures has been recalculated by using Luxembourg specific share of each exported product (ω'_{pc}) based on STATEC data.

2.3. Conclusions and Policy recommendations

In this section, we summaries the main results of our analysis. Figure 5 depicts the evolution of Luxembourg's export price-sensitivity (IQ_c) for the period 1999-2011 and its positioning among advanced economies. In Figure 6, the price-sensitivity index is also decomposed into a product specification and a range effects. In Figure 7, we compare the evolution of price-sensitivity for the top product categories of Luxembourg with these of France. Figure 8 shows the average sectorial revealed comparative advantage (RCA) index of Luxembourg and compares it to other countries.

- The new price-sensitivity index (IQ_c , averaging over 1999-2011, see the top panel of Figure 5) suggests that Luxembourg's exports are relatively sensitive to price. Luxembourg has one of highest price-sensitivity indexes among the considered

economies (the second position following China). Despite the methodological difference, this result is similar to the one documented in the OCED report (2010), which suggests that Luxembourg has a high export elasticity of price. Thus, the crucial question is why exports of Luxembourg are more sensible to price, and therefore less competitive on the "non-price" aspect. Some elements of the answer are provided in the following lines.

- The bottom panel of Figure 5 shows that the price-sensitivity is varying over time and increased (the IQ_c index is decreased) dramatically after the 2008 crisis, which implies a disadvantageous position for Luxembourg in the "non-price" competition. Therefore, the crisis of 2008 played an important role for Luxembourg's "non-price" competitiveness.
- The decomposition of the price-sensitivity shows that Luxembourg's disadvantage in "non-price" competition is mainly due to the product specialization rather than quality range effect.

For example, Spain's IQ_c index is 14% higher than the index of Luxembourg (calculated as:

$$\frac{IQ_{Spain} - IQ_{Luxembourg}}{IQ_{Luxembourg}}),$$

which means Spanish exports are 14% less sensible to price than these of Luxembourg (see top panel of Figure 6).

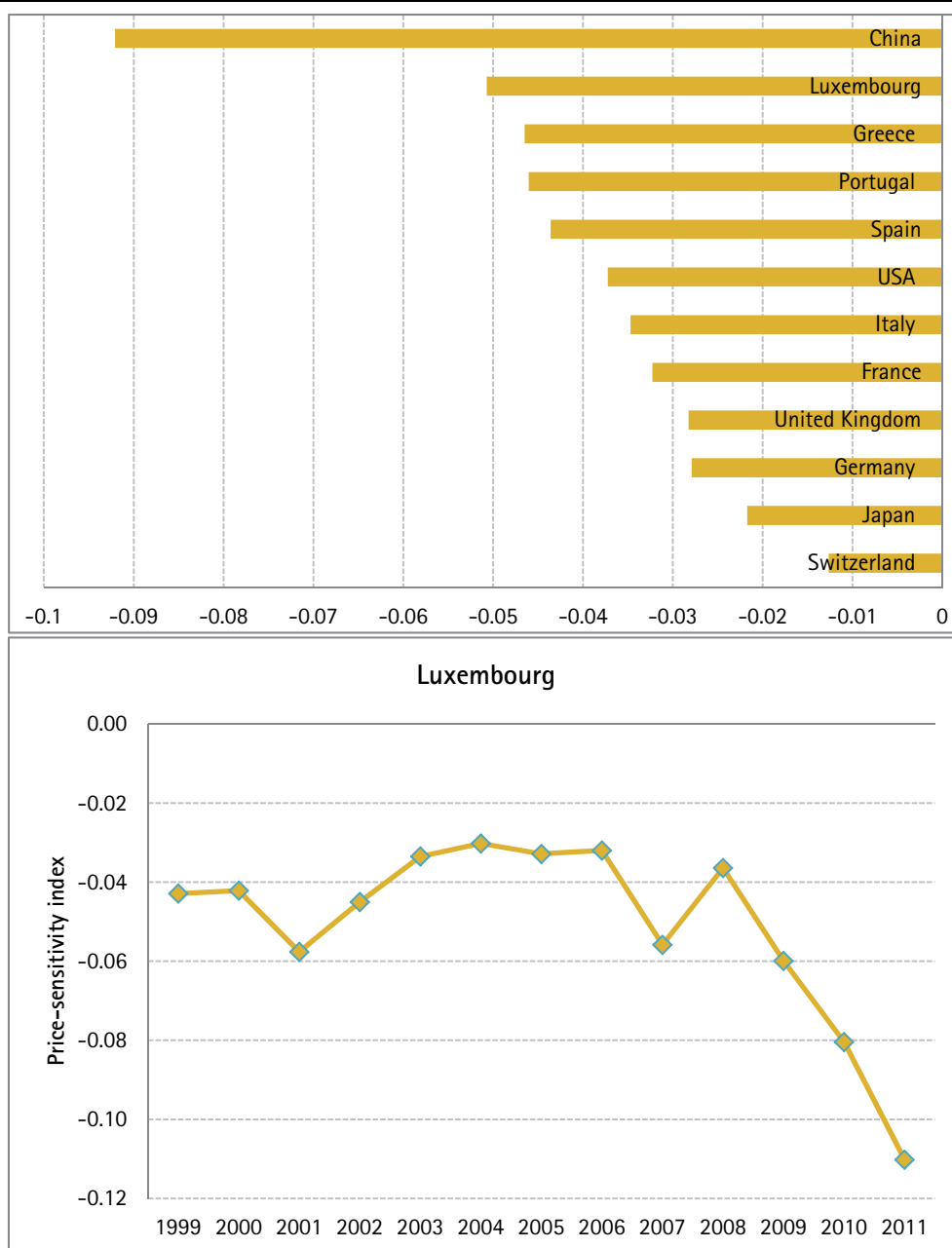
- However, the specialization gap between the countries is 20% (in favour of Spain), while the quality range gap is only 4% (see the bottom panel of Figure 6). Thus, product specialization is largely responsible for the "non-price" competitiveness gap between Spain and Luxembourg. In general, the product quality range index of Luxembourg does not differ significantly to the countries such as France, USA and Spain,

where the gap is about 5%. The product specialization contributes largely to the "non-price" competitiveness gap in these cases. However, the quality range gap between Luxembourg and Switzerland explains 41% of their IQ_c ("non-price" competitiveness) gap, which indicates that Switzerland's exports are more positioned as "high-end" products.

- In Figure 7, we can see another evidence that supports the previous point. The two main exported goods of Luxembourg: Iron and steel (HS2:72) and Electrical machinery and equipment (HS2: 85) are less "non-price" competitive than France's top exported goods: heavy machinery (HS2: 84) and vehicles (HS2: 87). Therefore, the deficit of "non-price" competitiveness of Luxembourg compared to France is due to the difference in their product specialization. Figure 8 also shows that Luxembourg' comparative advantage is concentrated in the metal industry, where the global demand is very sensitive to the price. In contrast, France has a more diversified export strategy which is due to the size of economy.

In this chapter we conduct a study on the "non-price" competitiveness of Luxembourg's export of goods. This cross-country comparison of export competitiveness captures the awareness of some limitations and challenges that are faced by Luxembourg in the global market. The messages that one can abstract from this exercise are:

- Luxembourg's exports of goods are relatively more sensitive to price in comparison with other European countries.
- Luxembourg's disadvantage in "non-price" competition is mainly due to the product specialization rather than quality range effect.
- Both improvements in product specialization and quality range are needed to enhance country's export performance.

Figure 5: Price-sensitivity index (IQ_c), averaging over 1999–2011 and evolution of Luxembourg's index;

Note: the index (IQ_c) has values between -1 and 1; a lower value of IQ_c implies higher price sensitivity and therefore less advantageous position for "non-price" competition.

Source: BACI world trade database (CEPII); author's own calculation.

Figure 6: Decomposition of price sensitivity index (IQ_c) into the quality range effects and the product specialization effects (gap relative to Luxembourg's index)

Fig. 6a

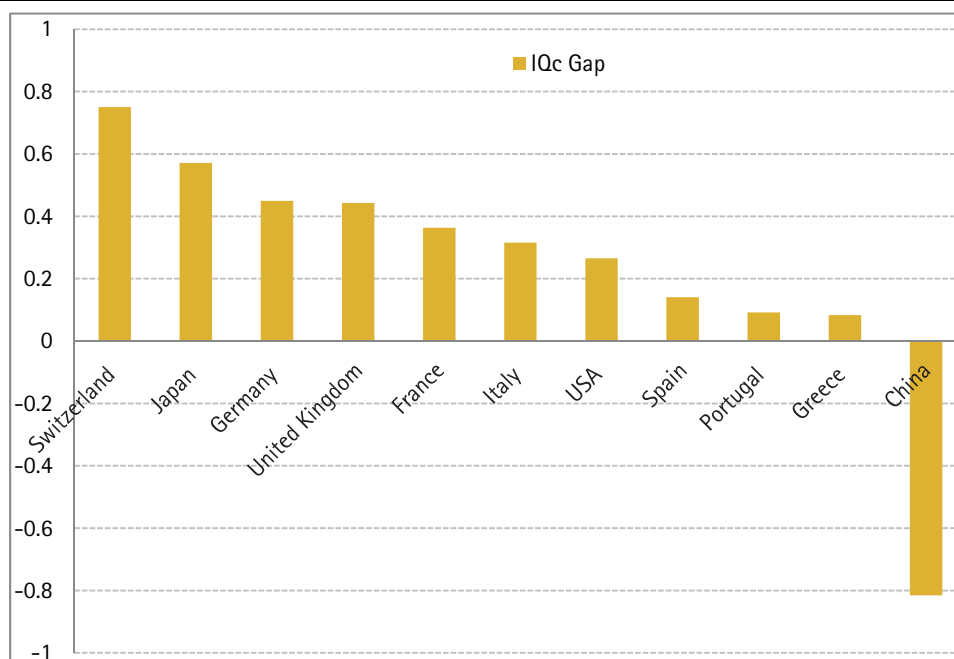
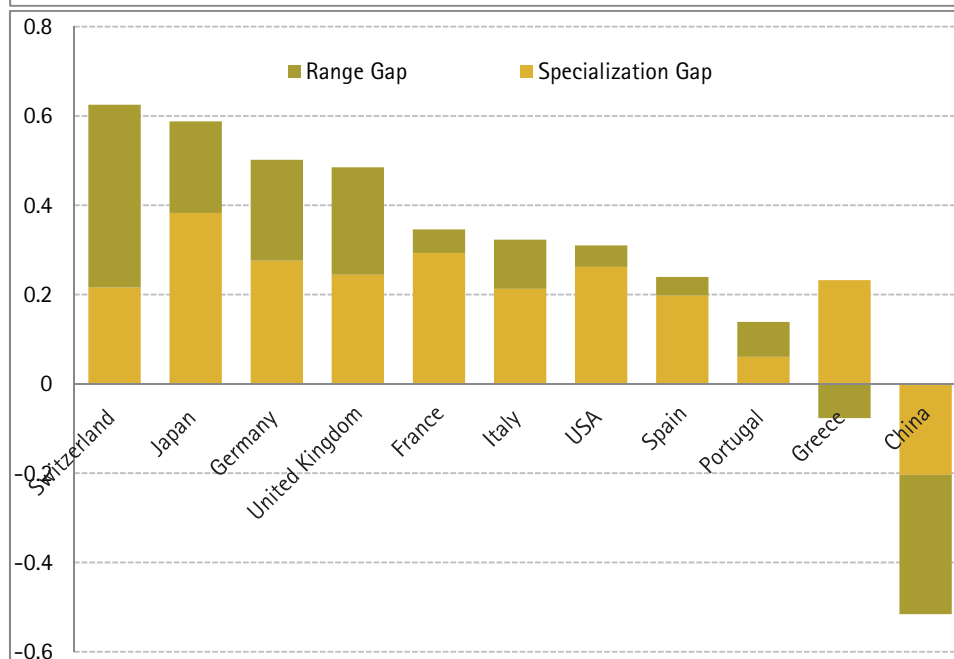


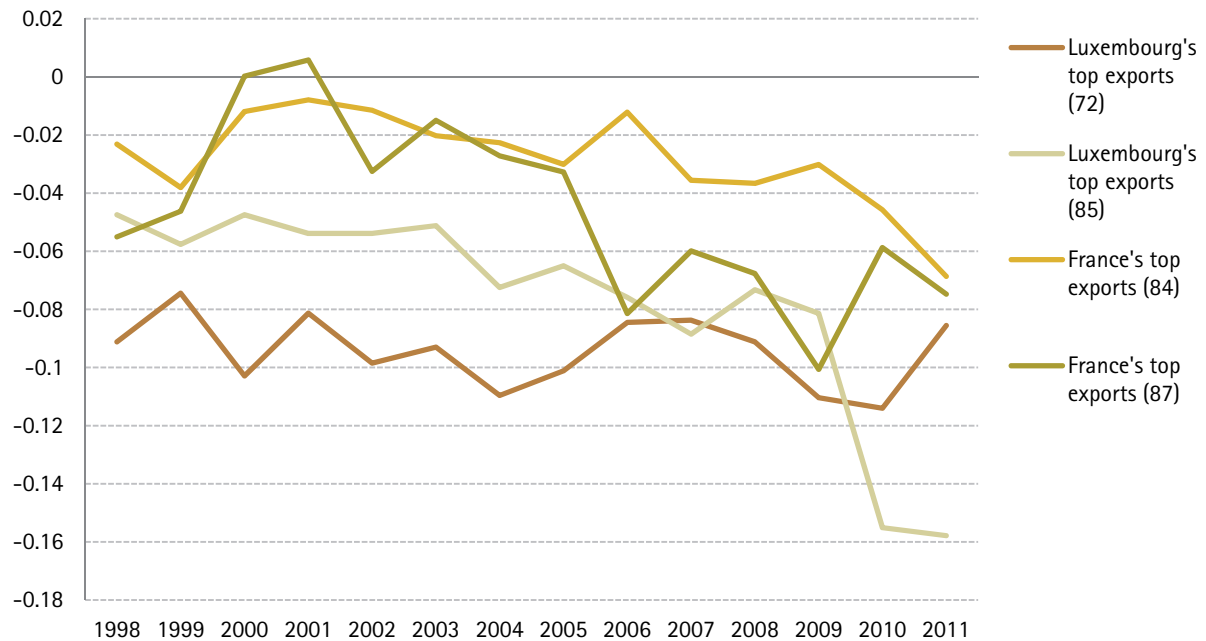
Fig. 6b



Note: The IQ_c gap of Luxembourg is calculated as the percentage differences compared to a country in question, for example: the IQ_c gap between Luxembourg and Spain is $IQ_{Spain} gap = \frac{IQ_{Spain} - IQ_{Luxembourg}}{IQ_{Luxembourg}}$. The range and specialization effects are calculated as: $\sum_{p=1}^P \omega'_{pc} G_{pc}$ and $\sum_{p=1}^P \omega'_{pc} IQ_p$, respectively. The range and specialization gap are calculated as the percentage differences.

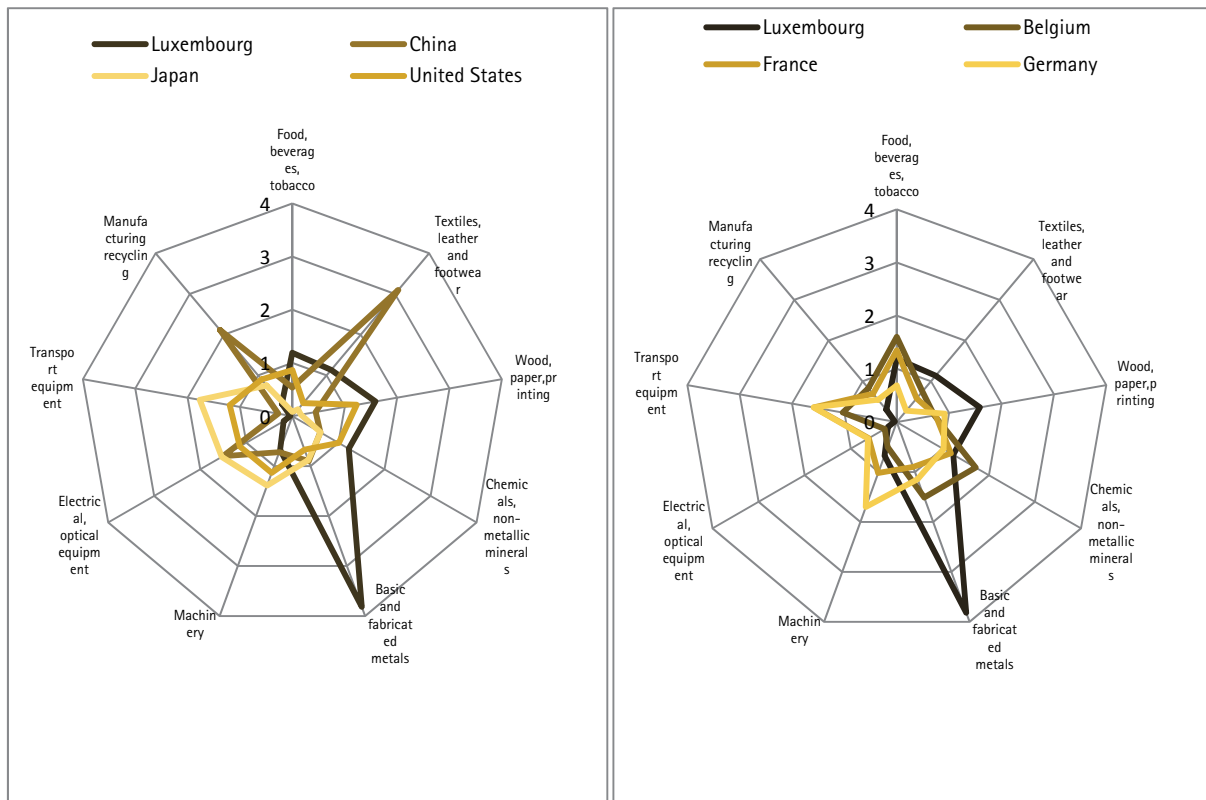
Source: BACI world trade database (CEPII); author's own calculation.

Figure 7: Comparison of price-sensitivity at product level (HS2)



Source: BACI world trade database (CEPII); author's own calculation.

Figure 8: Country comparison of average sectorial RCA index, averaging over 1995–2009, OECD-WTO TiVA data base



Source: the OECD-WTO Trade in Value Added (TiVA) database

2.4. References

- AIGINGER, K. (1997). The Use of Unit Values to Discriminate between Price and Quality Competition. *Cambridge Journal of Economics* 21(5): 571–592.
- BENKOVSKIS, K. and RIMGAILAITE, R. (2011). The quality and variety of exports from the new EU member states. *The Economics of Transition, The European Bank for Reconstruction and Development* 19(4): 723–747.
- Di COMITE, F. (2012). Measuring quality and non-price competitiveness at a country-product level. *European Economy – Economic Papers* 467, Directorate General Economic and Monetary Affairs (DG ECFIN). European Commission.
- European Commission. (2010). Quarterly report on the euro area.
- HELPMAN, E., ITSKHOKI, O. and REDDING, S. (2010). Inequality and Unemployment in a Global Economy. *Econometrica* 78: 1239–1283.
- INSEE, (2013). How to explain the recent shift in balance-of-trade trends in Europe? *Conjoncture in France, June*.
- MELITZ, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica* 71: 1695–1725.
- OECD, (2010). OECD Economic Globalisation Indicators.
- SAUTARD, R., TAZI, A. and THUBIN, C. (2014). What is the "non-price" positioning of France among advanced economies? *Trésor-Economics no. 122*. Trésor Direction Générale.

3. Factor Allocation Dynamics in Manufacturing Sector

Umut KILINC

3.1. Productivity and Allocative Efficiency in Luxembourg's Manufacturing

The descriptive analysis of manufacturing firms shows that there has been a noticeable contraction in the largest manufacturing industry in Luxembourg, while the overall size of the manufacturing sector expands. Moreover, during the period from 1996 to 2009, the annual entry rates for the entire sector are on average less than 1 percent indicating that the observed growth in the total employment does not primarily stem from the entry of new producers but the individual growth performance of incumbent establishments.

In manufacturing sector, the exit rates are larger in comparison to entry rates. The highest contribution to the overall exit rate comes from the manufacturing industry for machinery and equipment, while the largest manufacturing industry that is for basic and fabricated metals is shrinking. The two sectors are possibly integrated to each other in which firms contain either raw or fabricated metal products within their intermediate input basket. Understanding whether the observed evolution of manufacturing sector is productivity enhancing requires taking further steps. In the below parts, firms' productivity performance will be analyzed with the aim of assessing productivity gains from firm creation-destruction and the reallocation of production factors among producers. The next part is devoted to the estimation of a firm-level total factor productivity index.

3.2. Estimation of Firm-Level Productivity

This section retrieves a firm-level TFP index through the estimation of a Cobb-Douglas type production function. The production function is in terms of three production factors, m , l and k that are intermediate inputs, labor and capital in logarithms, θ is the log of the total factor productivity (TFP) and β 's are the factor elasticity parameters.

$$q_{it} = \beta_0 + \beta_L l_{it} + \beta_K k_{it} + \beta_m m_{it} + \theta_{it} + \varepsilon_{it}$$

In the first step, above equation is estimated by the OLS assuming that the error term consists of $\theta_{it} + \varepsilon_{it}$ and i.i.d. The OLS does not take into account the endogeneity of inputs to unobserved productivity, so that the OLS estimates may be downward biased for the variable inputs that are expected to be positively correlated with productivity and upward biased for the coefficient of capital stock. In the next step, I apply two standard control function approaches the estimation of productivity while controlling for endogeneity.

The Olley-Pakes (Olley and Pakes, 1996) and Levinsohn-Petrin (Levinsohn and Petrin, 2004) methods introduce the control function approach into production function estimation to take into account the endogeneity of inputs to unobserved productivity. The Olley-Pakes proxies the unobserved component by investments and defines a probit model to control the estimation for market selection. The first stage of the Olley-Pakes method retrieves the elasticity parameters for labor and intermediate inputs through OLS, while in the second stage, the capital's coefficient is estimated by non-linear least squares. The Olley-Pakes estimation has a shortcoming that at the firm-level, investments may be zero for some periods which would break down the theoretical monotonic relation between productivity and the proxy. Alternatively, the Levinsohn-Petrin method utilizes intermediate inputs as a proxy for unobserved productivity and retrieves the coefficient of capital as solution to a non-linear GMM algorithm with the previous periods' inputs used as instruments. In the estimation of production functions by the two control function approaches, I also include industry and time dummies.

The two step procedure used in the Olley-Pakes and Levinsohn-Petrin methods requires the implicit assumption that labor is a predetermined factor of production. Thus, the coefficient on labor input can be estimated in the first stage. The assumption on the timing of the choice of optimal labor, however, is critically reviewed by Akerberg et al. (2006) who argue that the coefficient estimate of labor would still suffer from endogeneity and be underestimated. Wooldridge's (2009) method provides a solution to the inconsistency in the identification assumption. The Wooldridge method reduces Levinsohn-Petrin estimation into a single step and abandons the predetermined labor assumption. The method estimates control function together with the

production function by the GMM using a set of lagged input variables as instruments. Table 3 displays the production function coefficient estimates by the OLS, the Olley-Pakes, the Levinsohn-Petrin and the Wooldridge methods.¹

Table 1: Production Function Estimations

	Labor	Int. Input	Capital
OLS	0.182 (0.006)	0.709 (0.005)	0.138 (0.007)
Olley-Pakes	0.18 (0.021)	0.709 (0.017)	0.159 (0.041)
Levinsohn-Petrin	0.194 (0.017)	0.745 (0.031)	0.134 (0.043)
Wooldridge	0.184 (0.025)	0.787 (0.082)	0.114 (0.041)

Standard errors are in parenthesis.

Industry and time dummies are included.

Source: Author's own calculations based on the SBS database

The results of production function estimations by the four alternative methods do not yield significantly different coefficient estimates. The coefficient of labor is estimated to be around 0.2, the capital's coefficient is around 0.14 and the intermediate inputs' coefficient is around 0.7 with respect to all equations. The coefficient of intermediate inputs is particularly large in comparison to the other production factors' elasticity estimates. This is mainly because the production method in Luxembourg's manufacturing sector heavily relies on buying and re-selling of goods and services. This causes the value-added to be small and the gross output to be highly correlated with firms' intermediate input usage. The intensive usage of the intermediate inputs is possibly related to the scale of Luxembourg's manufacturing sector which restricts local producers to expand vertically and produce their own intermediate inputs. High degrees of openness to international trade and being subject to intensive import penetration may also be in charge

¹The Olley-Pakes and Levinsohn-Petrin methods rely on nonlinear minimization routines that cause the computation variance-covariance matrix to be demanding. The standard errors, therefore, computed by block bootstrapping. In the case of the Wooldridge method, however, the computation of the covariance matrix and conducting specification tests are straightforward. In the estimation by the Wooldridge method, I apply the Kleibergen-Paap (LM) test for the underidentification and the Hansen (J) test for the overidentification. The Kleibergen-Paap LM test statistic (28.6) rejects the null hypothesis that the system is underidentified at 1% level. At 10% significance level, the Hansen J statistic (5.041) does not reject the null that overidentifying restrictions are valid. The Hansen test result, however, is not strong enough to confirm the validity of the overidentifying restrictions.

of reducing managerial incentives towards vertical integration.²

3.3. Baily et al. (2001) Productivity Decomposition (BBH)

Baily et al. (2001) decompose productivity growth into four components that are within, between, entry and exit.

$$\Delta\theta_t = \underbrace{\sum_{i \in C} \tilde{s}_i \Delta\theta_{it}}_{\text{within}} + \underbrace{\sum_{i \in C} \Delta s_i (\tilde{\theta}_t - \tilde{\theta})}_{\text{between}} + \underbrace{\sum_{i \in E} s_{it} (\theta_{it} - \tilde{\theta})}_{\text{between}} - \underbrace{\sum_{i \in X} s_{it-k} (\theta_{it-1} - \tilde{\theta})}_{\text{exit}}$$

In the above equation, $\Delta\theta_{it} = \theta_t - \theta_{t-k}$ is the log

differenced productivity, $\theta_t = \sum_i^N s_{it} \theta_{it}$ is the

weighted average of the log of productivity and

$\tilde{\theta} = (\theta_t + \theta_{t-k})/2$. As before, s_{it} is firm i 's labor or composite input share depending on the type of the productivity index. C , E and X are the sets of incumbent, entrant and exiting firms respectively.

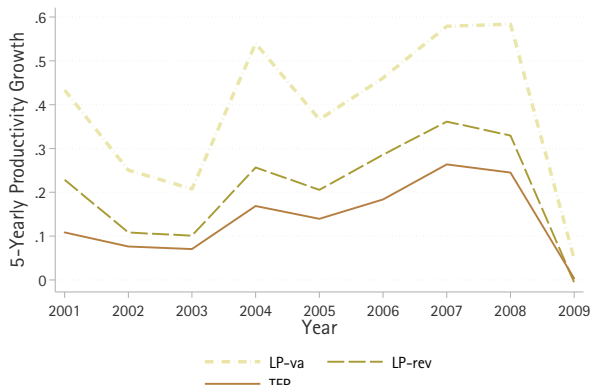
The BBH method calculates productivity growth for a specific time interval (k years) and decomposes it into four components. The within component measures how much of the growth comes from firms' individual productivity performance. The within component is greater, if firms with larger market shares exhibit higher productivity growth. The between component reflects the productivity gains due to the growth in firms' market share. The between component is larger when more productive firms expand their market share.

In the BBH decomposition, both within and between components reflect allocative efficiency gains or losses. As an indicator of static allocative efficiency, the covariance between market size and productivity, for instance, can be higher, if an already large firm exhibits positive productivity growth or high-productivity firm experiences positive growth in its market share holding the sector averages constant. The within component measures the former way of creating allocative efficiency gains, while the between component is the measure of the latter source of allocative efficiency. Lastly, the entry and exit components quantify how much of the productivity growth is generated by firm entry and exits. In this study, the BBH method is applied with a 5-year

²For details and cross-country comparisons of the import penetration and openness to trade in Luxembourg see OECD (2010) report on import penetration of goods and services.

interval (for every 5-year period within in the sample) and for each 2-digit industry separately. The following discussions are based on the BBH decomposition components that are, in some cases, averaged over industries for which industry shares in the total sector are used as weights, and when necessary, the components are further averaged over time to reach sector-level time-invariant aggregates.

Figure 1: Productivity Growth in Manufacturing



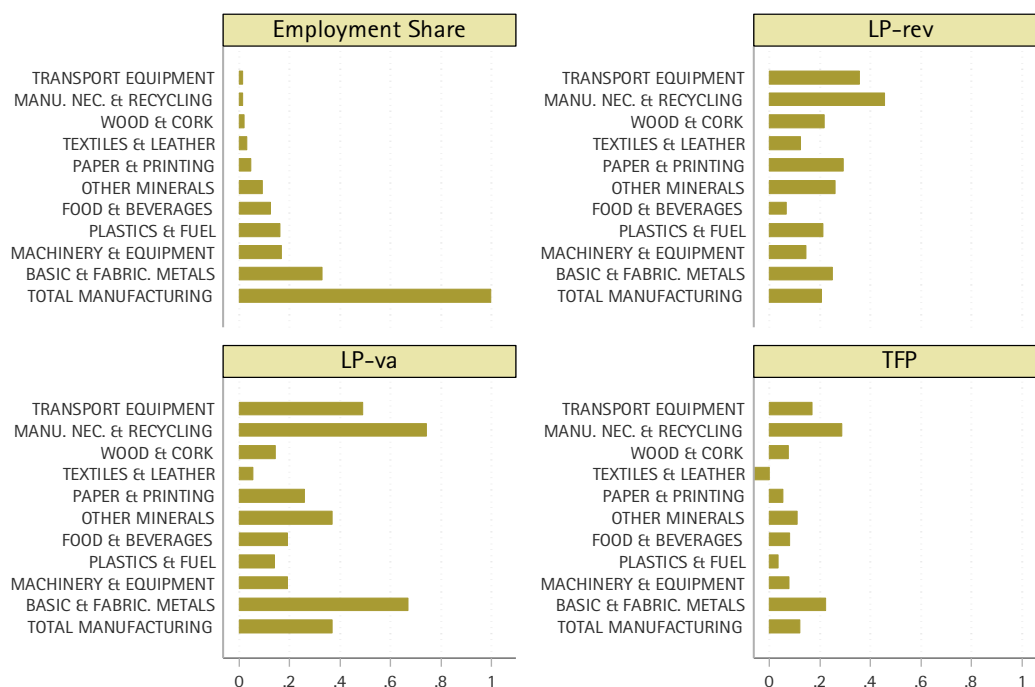
Source: Author's own calculations based on the SBS database

Figure 1 displays the time path of the 5-yearly log-differenced productivity that is measured by the three alternative productivity indices. The labor productivity growth is significantly higher than the TFP, especially when labor productivity is computed by the value-added as the output measure. Nevertheless, both three indices follow similar paths over time. The growth rate in 2007, which measures the growth for the period between 2002 and 2007, is the highest for the entire sample period.

Figure 2 shows the time averaged 5-yearly growth rates for each manufacturing industry. The industries are ordered based on their labor shares in the total manufacturing sector.

According to Figure 2, the largest manufacturing industry that is for basic and fabricated metal products exhibits relatively high productivity growth. The value-added labor productivity growth in metal manufacturing industries is, on average, more than 60 percent from a 5 year window. Therefore, there is some evidence that the manufacturing of basic and fabricated metal products industry plays an important role in determining productivity growth trends in Luxembourg's manufacturing.

Figure 2: Productivity Growth at the Industry-Level



Source: Author's own calculations based on the SBS database.

Combining this with the fact that the metal manufacturing industry shrinks during the sample period, there is also some evidence that the observed growth in productivity is driven by the increase in the efficiency of the allocation of production factors especially in the manufacturing of basic and fabricated metal products industry. Figure 3 displays the components of the BBH decomposition for the four largest industries.

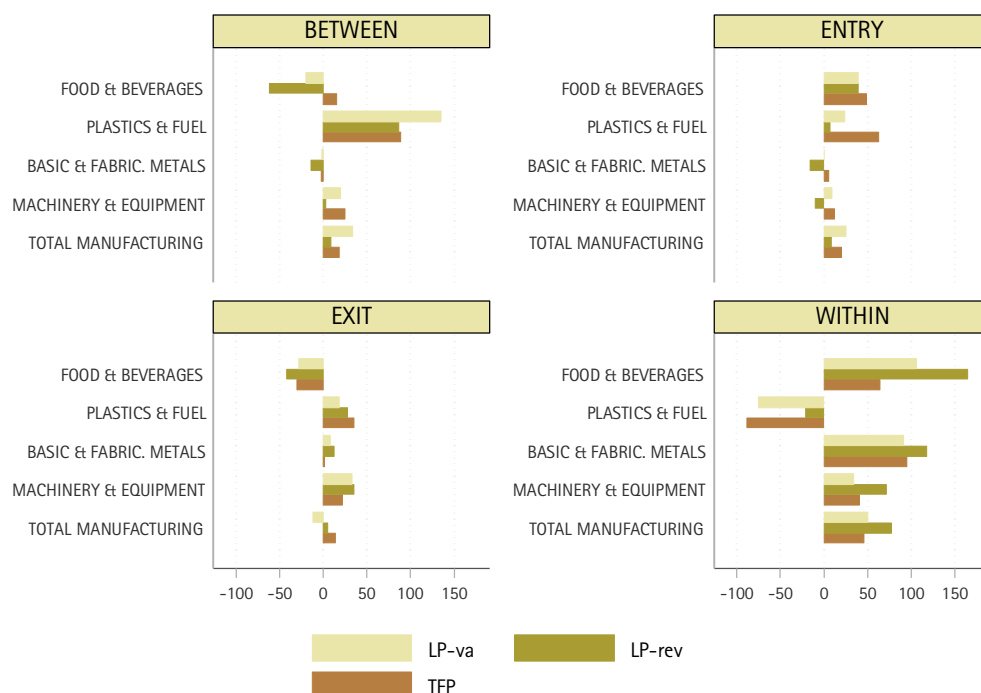
In Figure 3, the components of the BBH decomposition are re-scaled by their percentage shares in the aggregate productivity growth rate of each industry. Since productivity growth rates, as well as market sizes are different for every industry, direct comparison of the magnitude of the components across industries are not meaningful, but the signs of the components can be compared without loss of generality.

According to Figure 3, exiting firms contribute positively to the productivity growth in the basic and fabricated metals industry. This indicates that the observed shrinkage in the metal manufacturing is productivity enhancing, namely that the market selection process clears relatively less efficient firms from the market. This is the opposite of what we observe in the food and beverages manufacturing

industry where the exit component is significantly negative indicating excessive firm destruction. Nevertheless, the exit component is positive and constitutes over 30 percent of the productivity growth in the manufacturing industry of machinery and equipment that is the largest contributor to the overall exit rates in Luxembourg's manufacturing.

The entry component is positive with an aggregate TFP growth contribution over 50 percent in the food and beverages manufacturing. This is somewhat expectable, since in low-tech industries the startup period of entrants is relatively short due to less sunk costs and technology intensive capital installation expenses. In more technology intensive industries, such as all manufacturing industries excluding food and beverages that are listed in the figure, the contribution of entrants to aggregate productivity growth can be better observed in the long run which possibly takes more than five years that is out of the time interval used in this decomposition exercise. Nevertheless, the contribution of firm entry to productivity growth is mostly positive in manufacturing industries indicating that the observed growth in the overall size of the manufacturing sector generates some allocative efficiency gains and motivates the growth in productivity.

Figure 3: BBH Decomposition



Source: Author's own calculations based on the SBS database

The between component in the metal manufacturing industry is slightly negative indicating that the allocative efficiency is not significantly sourced by the reallocation among continuers' market shares. The within component, however, is considerably large in the basic and fabricated metal manufacturing industry. This shows that firms' individual productivity performance is an important driving force for the overall productivity growth of the sector. The large within component in metal manufacturing may also be because of the shrinkage in the industry size that leads to more intense competition which forces incumbent firms to be more productive over time. The scenario drawn for the metal manufacturing is the opposite of what is observed in the manufacturing of plastics and fuel. The productivity growth in the plastics and fuel manufacturing stems largely from the increased allocative efficiency across incumbent firms, while the individual productivity performances are poor and generate negative growth. The between component also is positive for the overall manufacturing sector and constitutes around 40 percent of the value-added labor productivity growth.

3.4. Conclusions and Policy recommendations

This section analyzes the efficiency in the allocation of production factors and productivity in the manufacturing sector of Luxembourg using a firm-level dataset for the period from 1996 to 2009. To assess the allocation and productivity dynamics in different segments of the sector, the TFP is estimated at the firm-level and labor productivity is computed for each firm in the sample. The analysis of allocative efficiency provides the opportunity to monitor productivity gains from more efficient allocation of resources among producers which is highly related to the quality of the institutional and regulatory environment, so the empirical results obtained in this study have important policy implications.

During the years 2001 and 2002, Luxembourg's economy experienced an economic downturn that drove the real GDP growth rates from 9 to 1 percent. The effects of the crisis were more apparent in the financial sector that experienced a rapid fall in the real gross value-added already in 2002. In manufacturing, it is difficult to find an instant impact of the 2001-2002 recession on the aggregate output levels, but the recession seems to alter the evolution path of the sector which is more apparent when we look at the seven-year post-crises period. This study provides evidence that the increase in the total employment of the manufacturing sector stopped

after 2002, but the growth in productivity accelerated until 2007 mostly due to the efficiency gains in the allocation of inputs among producers. The allocative efficiency gains observed after 2002 can be interpreted as a consequence of the functioning of the cleansing mechanism of the recession. Namely, the less productive establishments suffered more from the economic slowdown which in turn caused either shrink or exit of the inefficient units. Empirical evidence also show that more productive manufacturers exploited their productivity advantage and foster aggregate productivity growth until the end of 2007. The efficiency in the factor allocation, however, entered into a decreasing trend after 2007, and negative productivity growth rates are observed in the last two years of the sample period.

The efficiency in the allocation of production factors has a particular importance in determining the aggregate productivity performance of Luxembourg's manufacturing sector. The importance of factor allocation is possibly due to the transformation in the production structure through which the resources are transferred from the traditional steel industry toward mainly business services as well as to the other segments of the economy. The indicators of productivity, however, shows that the period of rapid growth in productivity has come to an end by the break out of the 2007-2008 global financial crisis. The rapid fall in the efficiency of factor allocation in 2008 calls attention to a need for restructuring the policy scheme in line with the current evolution path of the manufacturing sector.

The observed loss in allocative efficiency can be recovered, for instance, by reallocating inputs from less to more productive incumbents or by enhancing firms' individual productivity performance. Improving firms' individual productivity may not be easily achieved in the short or middle term by the economic policy tools due to the stochastic nature of the innovation of new products and processes. The reallocation towards more efficient units, however, can be effectively influenced by proper institutional and regulatory design. Further lowering the regulatory burden that restricts the mobility of production factors can be considered as an immediate policy action. Moreover, regulatory barriers to firms' operational activities, entry and exit may impede the reallocation of production factors and require particular attention while regulating the business environment.

The OECD's Economics Survey (2012) overviews the factors that generate obstacles to microeconomic restructuring in Luxembourg's economy. Accordingly,

the system of licensing has been found excessively complicated and costly. The existing framework of wage determination is argued to be not significantly linked with labor productivity. This may deteriorate the allocation of labor in the way that more productive workers may stay unemployed or be used inefficiently, while the available jobs are occupied permanently by less productive labor force. As a type of exit barrier, the employment protection legislation is found to be excessively strict; namely that an exiting establishment has to comply with additional notice periods and high severance payments that cause the exit procedure to be burdensome and even not optimal in some cases.

The exit of inefficient units can have an immediate positive as well as long term effects on aggregate productivity. The long term effects of firm exit occur by motivating potentially more efficient firms to capture the abandoned market share, which creates opportunities to grow and catch up with the international competitors. The exit of less efficient firms may have an indirect positive effect on the efficiency in the use of inputs, when the released factors of production are recombined in a more productive way in the newly created or already existing production units. Regulatory barriers that generate high costs on market entry and exit, therefore, would prevent functioning of this mechanism so that can be detrimental to allocative efficiency and to the long run aggregate productivity growth.

3.5. References

- ACKERBERG, D., K. CAVES, and G. FRAZER (2006). Structural identification of production functions. MPRA Paper 38349, University Library of Munich, Germany.
- ALFARO, L., A. CHARLTON, and F. KANCZUK (2008). Plant-size distribution and cross-country income differences. NBER Working Papers 14060, National Bureau of Economic Research, Inc.
- BAILY, M. N., E. J. BARTELSMAN, and J. HALTIWANGER (2001). Labor productivity: Structural change and cyclical dynamics. *The Review of Economics and Statistics* 83 (3), 420–433.
- BANERJEE, A. V. and E. DUFLO (2005). Growth theory through the lens of development economics. In P. Aghion and S. Durlauf (Eds.), *Handbook of Economic Growth*, Volume 1 of *Handbook of Economic Growth*, Chapter 7, pp. 473–552. Elsevier.
- BARTELSMAN, E., J. HALTIWANGER, and S. SCARPETTA (2004). Microeconomic evidence of creative destruction in industrial and developing countries. Policy Research Working Paper Series 3464, The World Bank.
- BARTELSMAN, E. J., J. C. HALTIWANGER, and S. SCARPETTA (2009). Cross-country differences in productivity: The role of allocation and selection. NBER Working Papers 15490, National Bureau of Economic Research, Inc.
- FOSTER, L., J. HALTIWANGER, and C. SYVERSON (2008). Reallocation, firm turnover, and efficiency: Selection on productivity or profitability? *American Economic Review* 98 (1), 394–425.
- HSIEH, C.-T. and P. J. KLENOW (2009). Misallocation and manufacturing tfp in China and India. *The Quarterly Journal of Economics* 124 (4), 1403–1448.
- JEONG, H. and R. TOWNSEND (2007). Sources of tfp growth: occupational choice and financial deepening. *Economic Theory* 32 (1), 179–221.
- KOHLI, U. (1982). Production theory, technological change, and the demand for imports. *European Economic Review* 18 (2), 369–386.
- LEVINSOHN, J. and A. PETRIN (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *Review of Economic Studies* 70 (2), 317–341.
- LEVINSOHN, J., A. PETRIN, and B. P. POI (2004). Production function estimation in stata using inputs to control for unobservables. *Stata Journal* 4 (2), 113–123.

MARTIN, R. (2002). Building the capital stock. Ceriba working papers, Mimeo.

OECD, (2010) Measuring globalisation: Oecd economic globalisation indicators 2010.

OECD, (2009). Measuring Capital – OECD Manual 2009 Second edition: Second edition. OECD Publishing.

OLLEY, G. S. and A. PAKES (1996). The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. *Econometrica* 64 (6), 1263–1297.

POI, B., R. RACIBORSKI, and M. YASAR (2008). Production function estimation in stata using the Olley and Pakes method. *Stata Journal* 8 (2), 221–231.

WOOLDRIDGE, J. M. (2009). On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. *Economics Letters* 104 (3), 112–114.

4. Total Factor Productivity at the industry level

Chiara PERONI

This chapter describes the evolution of Total Factor Productivity (TFP) in Luxembourg's service and manufacturing industries during the period 1995–2012. Productivity indicators are NACE 2-digit level statistics from the LuxKlems database, constructed using data sourced from Luxembourg's National Accounts.

Productivity is regarded as a key indicator of the economic performance of firms and industries and, at the national level, as a source of economic growth and improvements in living standards measured as variation of Gross Domestic Product (GDP). For these reasons, productivity indicators are often the focus of attention of economists and policy-makers. The economic literature offers many definitions of productivity and different ways of measuring it. In general terms, productivity compares output to the inputs used in production. Thus, increases in productivity reflect the ability to expand output by using inputs more efficiently and adopting new technologies. At the aggregate level, labour productivity and total factor productivity are the most popular measures of productivity. Labour productivity, or GDP per worker, captures the use of the labour input. TFP compares the level of GDP to the use of labour and capital stock; thus, changes in TFP measure the residual growth in output that is not explained by the growth in factors to production. As such, TFP changes capture the unmeasurable ingredients of economic growth, and explain cross-country variations in living standards that are not accounted for by the different endowments of inputs to production.

Over the past three decades, the evolution of the Luxembourgish economy was characterised by sustained rates of GDP growth and low unemployment. This rapid growth has not been uniform across industries: the country has experienced the contemporaneous expansion of financial services and the decline of the steel-based manufacturing that constituted the backbone of the economy. In recent years, Luxembourg's economic growth has slowed down. The outbreak of the financial crisis and the subsequent recession of 2007–2009 have caused a sharp contraction in output. Despite some signs of recovery, GDP has failed to reach its pre-crisis level. Overall, productivity growth has also declined and become more volatile. Once again, productivity patterns have not been uniform over industries.

Different activities contributed to aggregate outcomes in different ways, reflecting their specific characteristics and relative weights on the total economy. In this context, it is important to examine productivity at industry level. This helps to better understand the aggregate evolution of productivity and the impact of the crisis on the economy. This chapter gives a synthesis of the industry-level productivity indicators from the updated LuxKlems database.¹ The LuxKlems database provides data on output and inputs' use, labour productivity, TFP, efficiency gains and technical change for Luxembourg, at both industry- and national economy-level. Indices of TFP in the database are constructed using a non-parametric deterministic frontier approach, known as Data Envelopment Analysis – DEA (Charnes et al., 1978). The DEA method, which rests on the concept of "productive efficiency" introduced by Farrell (1957) evaluates the performance of economic units (countries/industries/firms) with reference to an efficient frontier that identifies the best-practice technology. This approach has several advantages. Productivity measures are computed using only the available data, while making minimal assumptions on the functional form of the technology (*sauf* returns to scale) or on market structure. Another advantage of DEA is that it takes into account different sources of TFP growth; in particular, it distinguishes the effect of efficiency changes (changes in how well production units use their inputs), also referred to as technological catch-up, from the effect of "pure" technical progress. DEA nicely adapts to the analysis of small economies such as Luxembourg, where data availability is often problematic.

The remaining of this report is structured as follows. Section 4.1 presents the method used to compile the productivity indices. Then, Section 4.2 examines the contributions of the Luxembourgish industries to the overall evolution of productivity in manufacturing and services. Section 4.3 gives concluding remarks.

4.1. The method

This section outlines the method used in this chapter to compute total factor productivity.

¹ Accounts of productivity patterns from previous vintages of the database were given in the reports by DiMaria and Ciccone (2008), Dubrocard et al. (2010) and Peroni (2012).

In general terms, the concept of productivity refers to the ability of economic units (countries/firms/industries) to convert inputs into outputs (Mawson et al., 2003). Productivity can be measured in many ways. One of such ways is TFP, a measure that compares aggregate output to the aggregate inputs used in producing that output (see Hulten, 2002). TFP represents operating efficiency, defined as the gap between the attained level of output and the level of output permitted by the existing technology. Furthermore, it provides a measure of the economic role of factors others than capital and labour, such as intangible inputs (for example, social and human capital), technical progress and innovation, that are increasingly relevant to economists and policy makers alike. In practise, TFP is a ratio of the volume of output to the volume of inputs, and the policy focus and issues such as the data availability often dictate to institutions the method chosen to measure it.

The following discusses the DEA method chosen in this chapter to measure the TFP of Luxembourgish industry. DEA integrates methods based on index numbers, often employed by statistical offices to measure productivity, with measures of input/output efficiency expressed in terms of distance functions. DEA adapts nicely to the analysis of the Luxembourgish economy. This is because it minimises the assumptions made on the structure of the economy and can be applied even when data availability is limited.

DEA evaluates productivity performances using a framework originally developed by Farrell (1957) for measuring the *productive efficiency* of economic units. The key concepts of this framework are those of *production sets* and *distance functions*. The approach is based on the idea that, given certain levels of inputs use and the available technology, there exists a level of output that cannot be exceeded – and might not be attained – by the operating economic units. These “optimal” (maximum) levels of output describe the so-called *efficient (or best-practise) frontier*. The gap (*distance*) between the maximum attainable output and the level of production recorded for each operating unit is interpreted as a measure of the operational inefficiency of that unit. Thus, in this framework, production possibility sets – i.e. convex combinations of outputs and inputs – substitute the

production functions often used in economic studies as a basis to compute productivity.¹

Assume that each economic unit – or Decision Making Unit (DMU) – produces a single output, denoted by y , using a vector of input $x \in R_+^n$. The production possibility set S in period t is formally defined as follows:

$$S^t = \{(x^t, y^t): \text{can produce } y^t\}; \quad (1)$$

Here, The set S represents all feasible input/output vectors (x, y) such that using x one can produce y . The boundary of S , the *frontier*, gives the maximum output obtainable from a given amount of inputs use. DMUs operating on the frontier are said to be efficient because they make full use of the inputs. The output distance function describes all operating DMUs in terms of their *relative* position to the frontier:

$$D^t(x^t, y^t) = \inf\{\theta: (x^t, \frac{y^t}{\theta}) \in S^t\} \quad (2)$$

Here, D gives the smallest number θ such that the input/output combination (x, y) belongs to the production possibility set S . $D(x, y)$ measures the reciprocal of the required expansion in output given inputs x , to attain the frontier defined by S . Larger values of D are associated to units closer to the frontier, that is, more efficient units.

Recall that economic units may indicate firms, industries, regions, countries. Assume that N is the number of inputs and K the number of economic units (here industries), and that data on output/inputs are available for T periods. So, units are indexed by k and time periods by t . In practise, computing measures of units' efficiency requires solving, for each unit k and each period t , linear programs (LP) formulated as follows:

$$D^t(x_j^t, y_j^t)^{-1} = \max \theta_j^t$$

Subject to

$$\sum_{k=1}^K \Phi_k^t x_{kn}^t \leq x_{jn}^t, n = 1, \dots, N$$

¹ It should be noted that the DEA frontier does not coincide with the concept of production function in the sense that the frontier is empirically observed, and not derived from behavioural assumptions. For more details on the method, one can see Färe et al. (1994) and Coelli et al. (2005).

$$\sum_{k=1}^K \phi_k^t y_k^t \geq y_j^t \theta_j^t$$

$$\phi_k^t \geq 0, k = 1, \dots, K \quad (3)$$

Note that in the analysis of this chapter the number of inputs N equals 3 (intermediate consumption, capital and labour). Here, D_t tells to what extent an industry could increase its output by using available resources more efficiently. Note that D takes values between 0 and 1. The distance is equal to 1 for efficient industries located on the frontier. These industries cannot attain higher levels of output without increasing the use of inputs to production. In contrast, industries corresponding to values of D below 1 could produce higher amounts of output by using existing resources more efficiently.

The distance function approach outlined above provides a measure of relative productive efficiency of economic units. It offers a way to compare the position of two or more units to the best practise frontier. Moreover, using this framework it is possible to construct measures (indices) of how efficiency changes over time. Developing an idea first suggested by Malmquist (1953), Caves et al. (1982) define the Malmquist productivity index as follows:

$$M^{t,t+1} = \frac{D^t(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})}{D^t(x_j^t, y_j^t)} \quad (4)$$

For each operating unit k , this index is the ratio of the distances to the efficient frontier at time t computed comparing output and inputs of the periods t and $t+1$. Thus, the Malmquist index tells how the efficiency of operating units evolves between two periods; doing so requires "fixing" the technology (expressed by the frontier) at a certain point in time. Clearly, it is also possible to write the same index using the technology in $t+1$. To avoid the arbitrary choice of a reference technology, Färe et al. (1994) propose to use a geometric average of the Malmquist indices obtained using the technologies available in t and $t+1$:

$$M^{t,t+1} = \left[\left(\frac{D^t(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})}{D^t(x_j^t, y_j^t)} \right) \left(\frac{D^{t+1}(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})}{D^{t+1}(x_j^t, y_j^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (5)$$

Equation 5 considers how much a unit could produce using the inputs available in $t+1$, if it used the technology at time t , and how much a unit could produce using the inputs available in t , if it used the technology available in $t+1$, and takes the geometric

mean of the answers to these two questions. If, for example, the output resulting from the use of inputs in $t+1$ were halved when using as reference technology the frontier in t , and the output from the use of inputs in t were doubled when using as reference technology the frontier in $t+1$, the index above would show that a substantial technology progress has occurred from period t to $t+1$.

One of the advantages of this approach is that it is possible to decompose the index of Malmquist into efficiency gains and technical progress. This is done by rewriting equation 8 as follows:

$$M^{t,t+1} = \frac{D^t(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})}{D^t(x_j^t, y_j^t)} \left[\left(\frac{D^t(x_j^t, y_j^t)}{D^{t+1}(x_j^t, y_j^t)} \right) \left(\frac{D^t(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})}{D^{t+1}(x_j^{t+1}, y_j^{t+1})} \right) \right]^{1/2} \quad (6)$$

$$= \text{efficiency gains} \times \text{technical progress}$$

The first term of the product above represents, for each unit, the evolution of its distance to the frontier from period t to period $t+1$ keeping technology constant. The second term, a geometric mean of distance functions, represents the change in the frontier taking place from period t to $t+1$. In this setting, movements of the frontier (ie, the structure of the technology) can be viewed as effects of technical progress, whereas efficiency changes correspond to movements towards/away a given frontier.

The following section implements the empirical method described above to compute indices of TFP for Luxembourgish industries.

4.2. Productivity in Luxembourgish industries

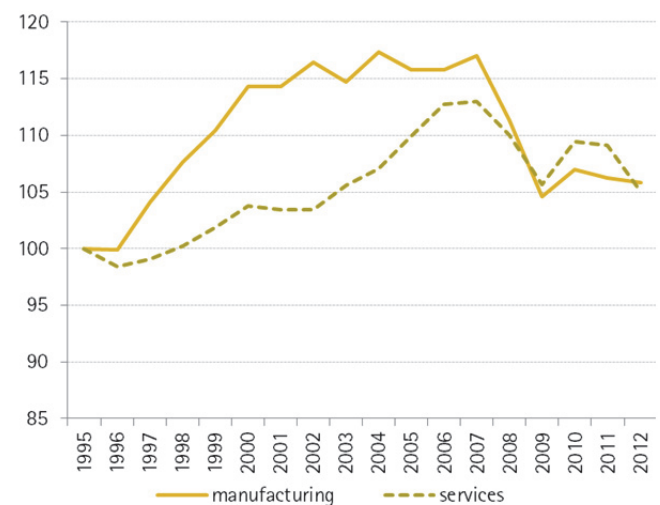
This section analyses TFP changes, and associated technical and efficiency gains, in Luxembourgish industries from 1995 to 2012. TFP changes are measured by Malmquist indices of productive efficiency computed at the NACE 2-digit level, using data from STATEC National Accounts. The efficiency measures (distances) used to construct the indices are calculated by comparing a sole output to three inputs to production following the empirical method described in the previous section. The inputs to production are capital stock, labour, and intermediate inputs. The output variable is the volume of all produced goods and services in an industry for a given year. The intermediate inputs are the consumption of intermediate goods (energy and raw materials) and services in the same period. The labour input is the

number of full and part time employees and self-employed people. The capital stock represents the cumulative stock of past investment, estimated implementing a perpetual inventory method.¹ Computations are carried out under the assumption of constant returns to scale.

Service and manufacturing are analysed separately, and production frontiers are constructed for each group of industry. This is done to better reflect the structure of the Luxembourgish economy and the very different size of the manufacturing and services industries. The services' shares of total output and employment are close to 80 percent. Throughout the period of analysis, the growth of output and employment in services has been higher than in manufacturing, reflecting a continuing shift in employment and production towards specialised services. The structures of the two groups of industries are also quite different. Luxembourg's services are rather fragmented whereas manufacturing industries are often dominated by few big firms. More details on the structure of Luxembourgish industries can be found in the second part of this Cahier.

Before turning to the detailed analysis of the industries, figure 1 compares the overall evolution of TFP in services and manufacturing. One observes that the manufacturing industries have higher productivity growth than services in the beginning of the period. This situation changes at the turn of the century, when services productivity starts growing at a faster pace. After 2000, productivity growth in manufacturing stagnates and declines sharply in correspondence of the 2007-2009 recession. Productivity in services falls during the recession but not as sharply as in manufacturing and recovery is more pronounced. One also observes that, in recent years, productivity generally fails to reach its pre-crisis level, and shows signs of a further slow-down.

Figure 1: Malmquist indices of TFP in Luxembourgish manufacturing and service industries from 1995 to 2012 (1995=100)



Source: Author's calculations from STATEC data.

4.2.1 Services

According to the NACE 2-digit classification, the Luxembourgish service industry comprises 24 activities. Here, we assume that these activities use three inputs — capital stock, labour and consumption of intermediate goods and services — to generate a single output. The following presents Malmquist indices of productivity for each service activity computed by comparing output to those inputs.

Table 1 shows the evolution of output and inputs' use in services between 1995 and 2012. Variables listed are average growth rates of output, capital stock, and number of employees. To aid the interpretation of results, the table also reports the industries' shares on total employment in services to indicate the relative size of the industries. One can see that the financial activities and business services account for nearly one third of the total employment in services. The health services (11 percent) and HORECA² activities (about 6 percent) have also significant labour shares. Commerce (retail and wholesale) accounts for more than 13 percent of total employment. Note also that, in Luxembourg, many service activities are closely related to the financial industry: the financial services are significant purchasers of real estate, IT, legal and other business services.

¹The method used to compute the capital stock is discussed in DiMaria and Ciccone (2006).

² HORECA denotes hotels, restaurants and cafeterias services.

Table 1: The evolution of output and inputs in services 1995–2012

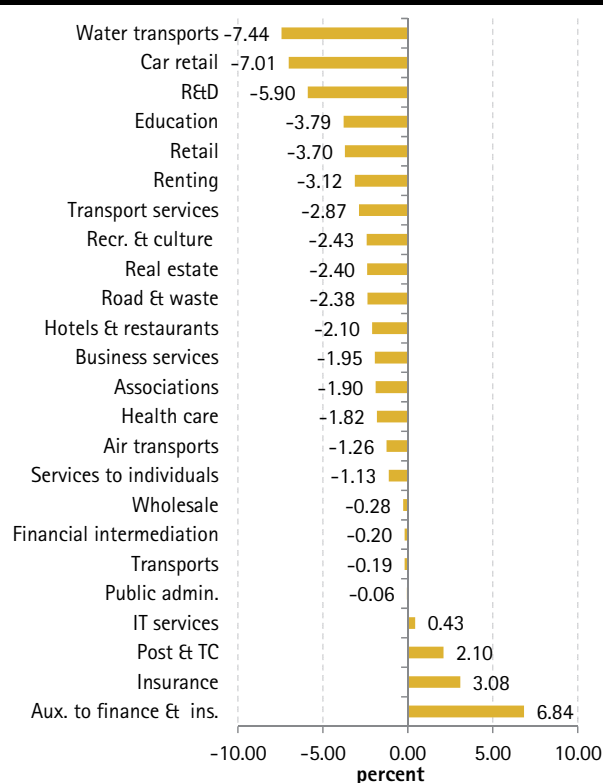
Industry	Output	Labour	Capital	Weight
Car retail	0.11	3.5	7.71	3.3
Wholesale	6.27	2	5.23	5.8
Retail	10.1	1.94	5.44	7.7
Hotels & restaurants	1.29	2.93	5.43	6.3
Transports	4.23	3.72	3.32	5.3
Water transports	-2.19	11.02	29.23	0.1
Air transports	4.75	4.82	6.33	1.4
Transport services	4.02	4.86	6.76	1.3
PT & TC	14.95	2.76	8.63	1.7
Financial intermediation	5.75	3	4.06	10.3
Insurance	5.69	6.07	-0.79	1.1
Aux. to finance & ins.	14.93	7.64	-0.57	3.1
Real estate	4.43	5.82	2.92	1.7
Renting	4.17	4.54	18.47	0.3
IT services	11.32	15.6	4.75	3.1
R&D	-3.6	3.25	4.8	0.9
Business services	10.51	6.6	5	16.8
Public admin.	3.72	3.68	4.21	7.3
Education	3.33	3.23	5.59	5.8
Health care	5.73	5.64	8.63	11.7
Road & waste	-0.37	3.49	2.1	0.6
Associations	5.17	2.79	8.69	0.8
Recr. & culture	-3.13	3.84	5.56	1.7
Services to individuals	3.29	3.35	4.13	1.5

Legend: Weight denotes the weight of the industry in terms of labour share. The labour share is computed as the industry's quota on total employment in manufacturing/services (percentage, 2012 data)

Source: Author's calculations from STATEC data

The data in table 1 show that output growth is strong in nearly all activities, especially in the financial services and ITC-related activities. The value of production expands, on average, by 15 percent per year in the telecommunications services (PT & TC in the table) and auxiliaries to financial intermediation, and by about 10 percent in retail and IT and business services. Output grows at sustained rate also in the financial intermediation, insurance, health and wholesale services. The dynamics of inputs used is also strong. Employment grows at positive rates in all activities, reaching a yearly 15.6 percent in IT services. It increases at sustained rates also in the financial industries, with a growth rate of 7.6 percent the auxiliaries activities and nearly 6 percent in financial intermediation and insurances. One should note, however, that employment in financial services remains stable/declines during the crisis, continuing to growth only in the insurances.¹ Regarding capital stock, only exceptions to continued capital accumulation are the financial intermediation and insurance activities.

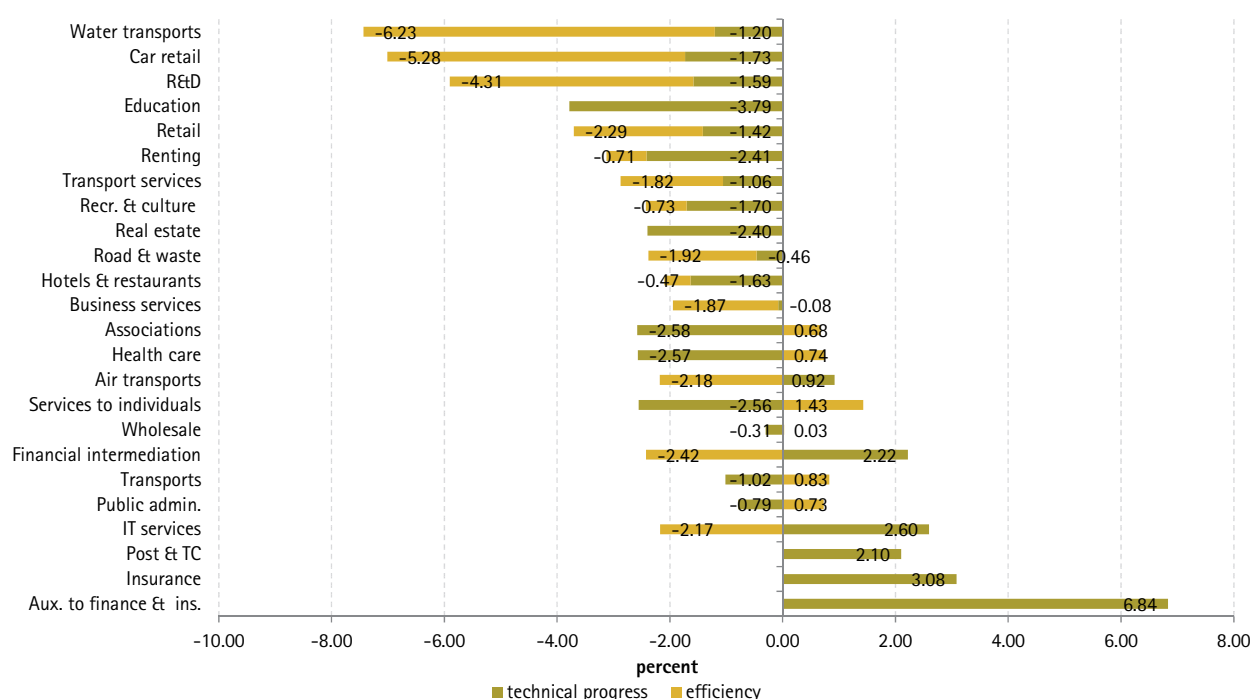
¹ Data are not reported for reasons of space but are available from the author.

Figure 2: TFP growth in services 1995–2012 (average yearly percent growth)

Source: Author's calculations from STATEC data

In contrast to the sustained dynamics of output, services' productivity performance is disappointing. Figure 2 shows that TFP grows at positive rates only in a handful of activities, namely the insurance, the auxiliaries to financial intermediation and insurance, post and telecommunications and IT services. These productivity gains are generated by sustained rates of technical progress and by an efficient use of inputs (that is, these industries are located on the efficient frontier for the period analysed). Figure 3 shows the decomposition of productivity gains into technical progress and efficiency gains. One observes also that technical gains in financial intermediation are substantial, but efficiency losses lead to the overall decline in TFP for this industry. Overall, the poor productivity performance in the service industries is generated by efficiency losses and by zero, or even negative, technical progress.

Figure 3: TFP growth in services 1995–2012: decomposition of Malmquist index into efficiency and technical gains (average yearly percent growth)



Source: Author's calculations from STATEC data

Improvements in efficiency are recorded for health care, service to individuals, transport services and the public administration.¹

Period averages mask different patterns of productivity growth over industries. Table 2 shows the evolution of TFP in greater details. There, one observes that productivity growth in services is quite volatile over time, with generalised sharp declines during recessive periods. The activities characterised by positive average productivity growth are also those that weather well the crisis. One can see that, since 2003, productivity in the auxiliaries to financial intermediation and insurance increases spectacularly, continuing to grow during the crisis period. In contrast, TFP evolution in the insurance and financial intermediation is more volatile, with large falls

¹ Negative technical progress means the level of output corresponding to a given level of inputs use decreases from one period to the next. This is not an implausible result. One should note that the frontier estimated using DEA is based on observed data and, under certain circumstances, the observed frontier is below the theoretical efficient frontier. A negative rate of technical progress is a result that can be found elsewhere in the literature on productivity efficiency in service industries (one can see, for example, Grifell-Tatjé and Lovell, 1996). Several explanations have been advanced for this finding, such as exogenous cost and demand shocks and changes in the institutional environment. Indeed, physical capital can only adjust slowly to overall economic conditions.

alternating positive growth since the outbreak of the crisis.

To gain insight in the impact of the last 2007–2009 recession, table 3 compares TFP average growth rates recorded for the whole period to those recorded in two sub-periods, one preceding the crisis (1995–2006) and the other including the crisis (2007–2009).

As one would expect, the industries' productivity performance is generally worse in the second sub-period, with some notable exceptions. Productivity in the insurances, auxiliary activities to financial intermediation, IT services and postal and telecommunications services grows at higher rates since the outbreak of the financial crisis and through the subsequent period than in the first sub-period.² A flight to quality and adjustments in the use of inputs may partly explain the productivity gains recorded for financial activities. Indeed, the market share of Luxembourg's fund industries has been increasing during the crisis (OECD, 2012). At the same time, capital and employment declined.

² In 2009, the government announced a plan of investment in national TC infrastructure, which may partly explain why TCs were not badly affected by the crisis.

This data also suggests that the problem of the poor productivity performance in services is structural

rather than simply related to an unfavourable economic cyclical phase.

Table 2: The evolution of TFP in services 2000–2012

Industry	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	average
Aux. to finance & ins.	-5.8	-2.9	10.1	10.4	19.4	16.3	18	19.2	27.5	16.1	12.7	2.7	6.8
Insurance	-4.4	-1.9	-4.8	1.7	12.5	12	9.4	4.6	-1.5	26.6	-12.1	3	3.1
Post & TC	-5.6	15	-2.9	6.6	-0.4	-3.7	2.3	0.2	2.1	3.4	3.7	0.5	2.1
IT services	3	-7	13.4	-1.3	-22.4	4.2	2.7	5.7	-4.2	12.8	5.4	3.2	0.4
Public admin.	3.5	-2.7	-1	2.3	-3	2.8	-2.2	-2	-0.3	-1.9	1	0.1	-0.1
Transports	-2.2	0.9	-4.7	2.8	2	0.8	-2	-6.1	-6.4	2.3	2.8	-3.6	-0.2
Financial intermediation	-1.4	-1.5	1.5	7.7	5.1	5.4	-4.1	-8.1	-15.4	6.4	-1.5	-7.5	-0.2
Wholesale	7	0.7	-2.9	0.1	3.8	0.7	1.9	-8.4	-9.9	-2.8	13.5	-5.9	-0.3
Services to individuals	-1.9	-1.7	-0.3	-3.6	1.2	-4	-3.5	3.3	-10.2	4.1	0.9	-1.4	-1.1
Air transports	-4.6	-1	0.2	0.8	6.5	-4.4	0.6	-9.6	4.8	3	-7.9	8.5	-1.3
Health care	3.3	-6	-3.1	-1.1	-4.7	-1.1	-0.7	-2.8	-4.4	2.8	-2.2	0.2	-1.8
Associations	-11.5	-8.3	-27.5	11.4	-4.9	0.2	5.2	4.6	2.8	-1.1	7.2	-1.8	-1.9
Business services	-3	3.7	-4.5	-0.7	0.9	2.5	4.6	-9.9	-5.1	-8.8	-7.1	-8.2	-1.9
Hotels & restaurants	-1	-0.3	-6.3	-2.9	-3.2	-5.8	-4.7	-0.6	-2.2	-1.5	0	-1.3	-2.1
Road & waste	-2.9	1.7	-2.5	1.9	2.5	-5.6	-4.4	-20.8	0.6	-4.9	-11.7	-2.4	-2.4
Real estate	-3.1	4.7	-11.8	-3.1	3.7	-0.7	8	-15.8	-14.6	1.7	2.2	-3.5	-2.4
Recr. & culture	0	-3.4	-1.1	-6.1	1.5	-7.9	-2.3	-6	-5.6	5.1	2.6	-1.4	-2.4
Transport services	-3.1	-6	-9.8	-0.2	-3.6	-1.9	-3.9	2.2	-32.7	-4.9	12.7	6	-2.9
Renting	-10.5	-11.9	-5.7	2.5	-16.4	5.2	0.9	-7	-19.8	0.3	-2.2	0.4	-3.1
Retail	0.1	-2	-12.8	0.5	-3.7	-19.6	1.6	-6.4	-6.2	-5.2	-5.9	-4.7	-3.7
Education	-2.2	-4.8	-5.8	-3.9	2.1	-4	-5.3	-5.5	-12.9	-6.6	-3.2	-3	-3.8
R&D	-2.2	-11.5	-4.4	6.7	6.9	-6.4	-9.7	-6.9	-32.6	-5.1	-4.4	-11.9	-5.9
Car retail	-2.6	-7.2	-28.1	-3.6	-10	-4.3	-8.9	-17.5	-3.3	-4.9	-9.2	-10.6	-7
Water transports	-2	-0.2	-10.2	-24.9	-8.3	-9.2	-22.3	-7.1	-64.8	-10.8	32.3	26	-7.4

Legend: Malmquist index of productivity for service industries. Unit: percent growth on previous year. Industries are ordered accordingly to their overall productivity performance, from the largest average growth rate to the lowest.

Source: Author's calculations from STATEC data

Table 3: TFP growth in services: period comparison

Industry	1995–2012	1995–2006	2007–2012
Aux. to finance & ins.	6.84	4.4	16.03
Insurance	3.08	2.8	4.99
PT & TC	2.1	2	2.05
IT services	0.43	-0.77	4.27
Public admin.	-0.06	0.01	-0.9
Transports	-0.19	0.14	-2.18
Financial intermediation	-0.2	1.12	-5.03
Wholesale	-0.28	0.02	-1.93
Services to individuals	-1.13	-0.96	-1.15
Air transports	-1.26	-2.3	-0.09
Health care	-1.82	-2.11	-1.17
Associations	-1.9	-3.03	2.81
Business services	-1.95	-0.3	-5.76
Hotels & restaurants	-2.1	-2.36	-1.71
Road & waste	-2.38	-1.7	-7.26
Real estate	-2.4	-2.04	-3.67
Recr. & culture	-2.43	-3.23	-1.26
Transport services	-2.87	-2.31	-3.43
Renting	-3.12	-2.44	-4.58
Retail	-3.7	-3.16	-4.45
Education	-3.79	-2.98	-6.06
R&D	-5.9	-3.56	-11.75
Car retail	-7.01	-7.02	-9.05
Water transports	-7.44	-8.4	-7.77

Legend: Malmquist index of productivity for manufacturing industries. Unit: average percent growth calculated over the period 1995–2012 and subperiods.

Source: Author's calculations from STATEC data

It is well known that in Luxembourg the expansion of financial services has constituted the engine of economic growth in the last decade. Service industries account now for two third of the country's economy, and are largely dominated by banking and asset management activities. The weight of the auxiliary activities has been growing steadily in the last decade, in connection with the expansion of the investment fund industry. The dynamism of the funds is reflected in the increase in the number of funds and number of operators in this industry, as well as in the sustained growth of employment in these activities.¹

It is often pointed out, however, how growth in the financial services is likely to slow down in future years (OECD, 2008; IMF, 2009). Moreover, the implementation of the EU directive on automatic

¹ The number of funds has nearly doubled since 2000. The number of OPCs is reported on the *Annuaire Statistique du Luxembourg* published by STATEC (see page 409, ed. 2010). Information on the number of enterprises is provided by the Business Register (STATEC, *Repertoire des Entreprises*, various years). The number of firms in the auxiliary category has nearly doubled in the decade, whereas the number of financial intermediaries and insurers has, respectively, remained stable and declined. The number of banks has steadily fallen in the last decade (STATEC, *Note de Conjoncture* n. 1, 2007, p. 54). Furthermore, in 2012, the number of employees in insurances and auxiliary activities was, respectively, 80% and 50% higher than in 2000, against an increase of 20% in financial intermediaries.

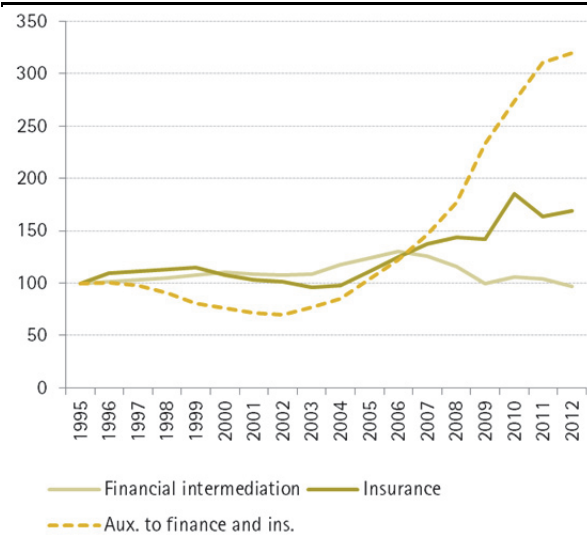
exchange of information on savings income (Directive 2003/48/EC) adds uncertainty to the perspectives of this group of activities.¹ In this context, it is useful to give a closer look at the evolution of the productivity performance of the financial services.

Figure 4 focuses on the time series evolution of the Malmquist productivity index (the index is set to 100 in 1995) for the activities involved in the provision of financial services. There, one can observe marked differences in the overall TFP patterns and in the response of each industry to the financial crisis. The auxiliaries activities are characterised by rapid productivity growth, in face of the decline of traditional financial intermediation. The TFP of the auxiliary activities grows steadily since 2002 and through the recession years. As already noted, the growth is spectacular through the crisis period, fact that may reflect a flight-to-quality under the financial and subsequent euro crisis. Insurances are also characterised by sustained productivity growth. By contrast, the decline in financial intermediaries' productivity starts well before the crisis. In summary, relative positions in financial services have changed, and financial intermediation's TFP performance is dominated by the auxiliaries activities, which supports the view of a structural move of Luxembourg's financial industry from bank intermediation to the fund industry. Technical progress is the main driver of such changes. These developments suggest that the financial industry is increasingly dominated by new type of financial services, with high innovation content.² Nevertheless, the traditional financial intermediation activities are still dominating the Luxembourgish financial sector, and still account for the largest labour share.

The figures presented in this section, however, should be interpreted with care. Productivity is difficult to measure in service industries and, particularly, in financial services (Crespi et al., 2006; Wölfl, 2004; Balling et al., 2009). This is due to the intrinsic difficulties in the definitions of the outputs and the inputs to production in financial activities (see, for example, Koutsomanoli-Filippaki et al., 2009). Another problem is that, due to the benchmarking nature of DEA, the service industries are described by a single production technology. Output and inputs are the

same, while evidence shows that including physical capital in the list of inputs for banking and financial intermediation activities is not entirely appropriate.

Figure 4: TFP indices for the financial sector



Source: Author's calculations from STATEC data

4.2.2 Manufacturing

This section presents productivity indices for 21 Luxembourg's manufacturing industries, the lowest possible level of aggregation allowed by the statistical secret. Malmquist indices are computed for each manufacturing activity by comparing a single output to 3 inputs, namely labour, the stock of capital and consumption of intermediate goods. Output is measured by the value of the production of goods and services, the labour input by the number of employees and the intermediate goods include expenditure for energy, services and raw materials.

Table 4 summarises the evolution of output and inputs to production in manufacturing from 1995 to 2012. The variables listed in the table are average growth rates of output, capital stock, labour and the labour share. The labour share of an industry is the proportion of persons employed in that industry on the total number of employees in manufacturing. This variable has been included to aid the interpretation of the evolution of factors to production and the productivity indicators presented in this section, as size effects partly explain the high variation in the data. One observes that the construction industry accounts for about 50 percent of total employment. The manufacturing of basic and fabricated metals accounts for 12.6 percent of total employment, while the manufacturing of rubber and plastic and food products account, respectively, for 7 and 6 percent of the total. Paper and printing and machinery and

¹ A quantification of the macroeconomic effects of the implementation of the automatic exchange of information can be found in STATEC, Note de Conjoncture n 2, 2013, p. 118-120.

² A classification of the innovation content of the activities auxiliary to financial intermediation is available in O'Mahony and Van Ark (2003). On this development one can also see the OECD (2008).

equipment activities have 3 and 4 percent of employees of the manufacturing industry.

Table 4: The evolution of output and inputs to production in manufacturing 1995–2012

Industry	Output	Labour	Capital	Weight
Other mining & quarrying	0.31	-0.77	3.32	0.4
Food products	0.96	1.71	3	7.1
Textiles	3.09	3.37	-0.06	1.8
Clothing	-3.59	-6.49	-4.61	0
Wood & wood products	10.66	4.51	6.78	0.8
Paper & printing	1.12	0.71	4.8	3.1
Chemicals	1.32	-1.55	-0.74	1.2
Rubber & plastics	3.9	1.47	-0.08	6
Non-metal mineral products	-0.13	-1.64	2.52	2.9
Metals	0.69	-3.73	-0.42	5.4
Fabricated metals	-0.02	1.75	0.06	7.2
Machinery & equipment	3.79	0.98	3.04	4
Office machinery & TC equipment	46.52	31.52	7.5	0.2
Machinery & electrical equipment	4.64	1.74	4.14	1
Medical, precision & optical instr.	16.08	2.71	4.32	2.4
Transport equipment	11.21	5.56	2.9	0.8
Furniture	0.32	-0.27	2.65	0.4
Recycling	2.03	1.5	6.59	0.4
Electricity & gas	7.71	1.44	5.07	1.8
Collection of Water	0.21	1.14	2.83	0.6
Construction	4.13	2.93	1.82	52.3

Legend: Weight denotes the weight of the industry in terms of labour share. The labour share is computed as the industry's quota on total employment in manufacturing/services (percentage, 2012 data)

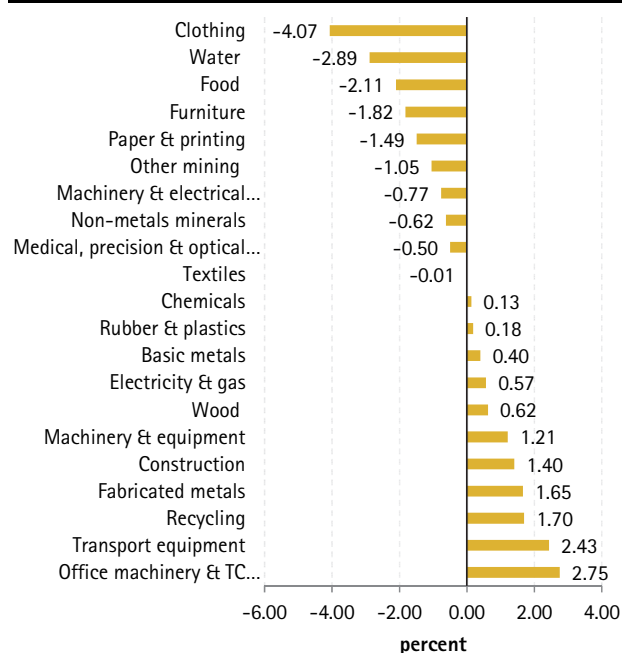
Source: Author's calculations from STATEC data

Differences in the growth rates of output and inputs are significant across industries. Very high output growth is observed in a group of activities including the manufacturing of Wood, Medical and precision instruments, Transport equipment and the production of Electricity and gas. For this group, average growth rate are higher than 7 percent per year. A second group of activities, including construction, is characterised by lower yet sustained output growth rates. Another group of industries, including the Metal industry, is characterised by stable or declining output. This evolution of output is largely attributed to the dynamics of capital and labour inputs. Capital accumulation and employment creation have been sustained in a majority of industries. Noticeably, the data confirms the shrinkage of the manufacturing of basic and fabricated metals. Namely, employment in the manufacturing of basic metal contracts throughout the period; the stock of capital decline in the manufacturing of basic metals and does not increase in the fabricated metals industry.¹

¹ The spectacular growth in the manufacturing of office and TC equipment should be interpreted with care, as it is largely due to

TFP performances vary greatly across industries. On average, productivity growth is positive in half of the industries. Productivity increases are mainly attributed to technical gains, while productivity declines are explained by efficiency losses. This is illustrated in figures 5 and 6 depicting, respectively, average productivity gains/losses and their decomposition into efficiency and technical gains. The highest rates of TFP growth is achieved by the manufacturing of office machinery and equipment and of transport equipment. Several key industries such as the manufacturing of metals, chemical products, and rubber and plastic products also achieved improvements in their productivity performances. Technical progress is highest in the manufacturing of fabricated metals (2% per year); technical gains were also substantial in the production of machinery equipment, transport equipment, electricity and gas, recycling, and the construction industry. The manufacturing of textile products, the construction industry and the production of electricity and gas made an efficient use of inputs.

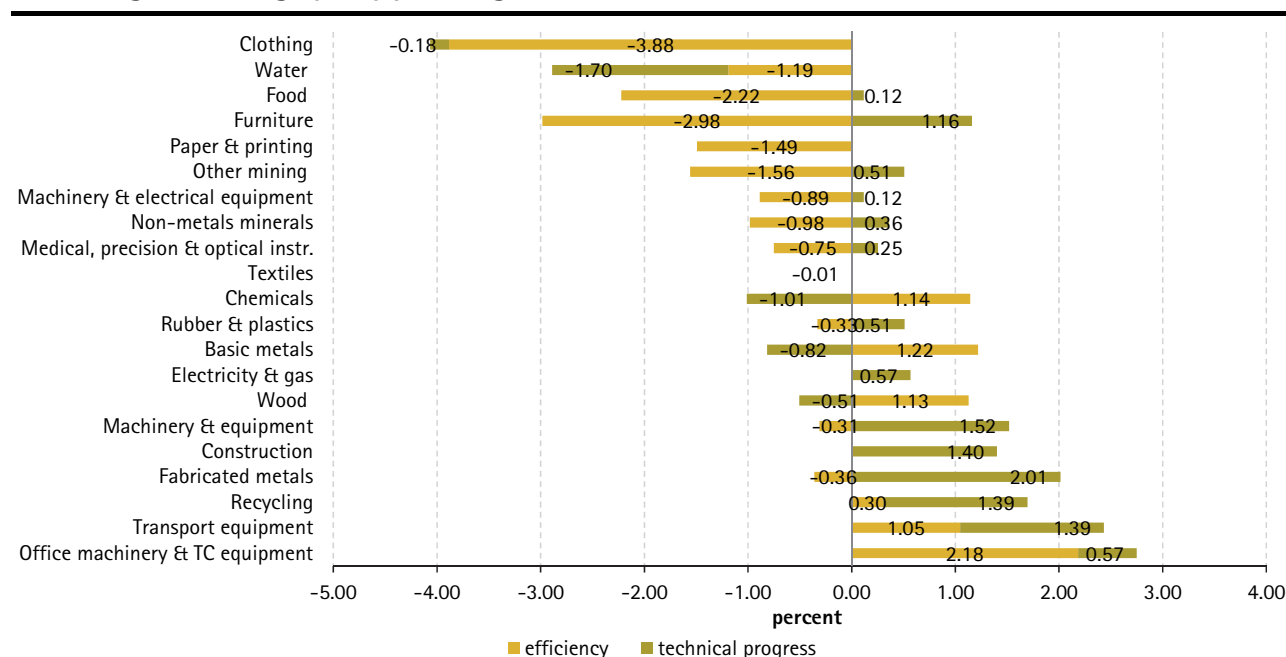
Figure 5: TFP growth by industry 1995–2012 (average yearly percent growth)



Source: Author's calculations from STATEC data

the small size of this industry. This activity is constituted by a small number of firms and accounts for negligible shares of output and employment in manufacturing.

Figure 6: TFP growth by industry 1995–2012: decomposition of Malmquist index into efficiency and technical gains (average yearly percent growth)



Source: Author's calculations from STATEC data

Table 5 presents the detailed evolution of productivity for each activity between 2000 and 2012. The detailed table reveals the high variation in TFP data. Growth rates of productivity vary greatly both across industries and over time, within the same industry. At times one also observes subsequent large negative and positive variations in TFP. These patterns may be partly explained by the size and heterogeneous structure of the Luxembourgish industries. These are often characterised by the coexistence of few big firms with a larger number of small firms.¹ As a result, the entry/exit of a single producer (or even a plant) can lead to large variations in input/output data. Another possible explanation for the observed productivity patterns is the advocated link between productivity and firms' dynamics. The idea is that entry of plants/firms may boost productivity, as the entrants are likely to employ more efficient technologies and to introduce some form of innovation compared to existing firms. In the same manner, the exit of firms may improve the productivity performance of an industry if the exiters are less efficient than the surviving firms.² For more

analysis on entry and exit in Luxembourgish firms one can see chapter 1 of part II in this cahier.

The productivity of manufacturing industries declines dramatically during the 2001–2002 and 2007–2009 recession. One observes large negative variations in TFP for a majority of industries during both recessions. This is explained by the fall in production of steel and other industrial products, due to the cyclical fall in demand, in an export-led economy such as Luxembourg. Basically, in manufacturing the decline in productivity observed during recessions is linked to a rapid contraction in output *vis-à-vis* stable capital stocks and employment. Following the latest recession, TFP fails to recover, which provides little overall support to the “cleansing effect of recessions” mentioned above. Nevertheless, a key industry such as the manufacture of basic metals shows a positive productivity dynamics after the recession, suggesting that economic behaviours may differ substantially over industries.³

¹This is shown in the statistical information on firms released by STATEC. For example, in manufacturing and construction, only – respectively – 29 out of 987 and 16 out of 3151 firms employed more than 250 salary workers in 2010. Information on number and size of firms can be found in the various edition of the *Repertoire des Entreprises*, published every year by STATEC.

²The relation between productivity and firm dynamics has been widely debated in the academic literature. One can find opposite

views in the articles by Barlevy (2001) and Gomes et al. (2001). More recently, Haltiwanger (2012) analyses the relation between the firms' dynamics and TFP in the US, and highlights that the process of firms' creation and destruction is vital to productivity growth. Some older empirical evidence on the same issue is reviewed in Hahn (2001).

³ The variability in this industry's data reflect not only the economic cycle but also the process of restructuring within the industry, with the establishments first of Arcelor in 2002 and later of ArcelorMittal, the world largest steel producer in 2006.

Table 5: The evolution of TFP in manufacturing 1995–2012

Industry	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	average
Office machinery & TC equipment	-0.3	-12.2	-21.8	27.5	35.7	-22.2	46.5	-6.7	-2.7	10.1	-26.3	-11	2.7
Transport equipment	-4.5	3.6	17.4	2.3	7.2	-4.3	12.6	3.4	-6.1	6.1	-6.4	4.3	2.4
Recycling	-0.9	8.6	-4.9	3.7	10.6	-5.6	-9.7	3.1	24.6	0.9	1.1	-4.8	1.7
Fabricated metals	-2.8	4.3	-7	6	-11.6	13.1	-4.2	1.5	5.2	1.1	-2.2	3.5	1.7
Construction	1.5	4.7	-1.6	-0.5	1.2	0.3	6.7	-1.1	-0.2	4	-2	-0.7	1.4
Machinery & equipment	2.5	-2.6	-4.7	1	4.3	4.4	0.8	-6.5	-1	-0.1	2.3	5.9	1.2
Wood	-1.7	6.7	-6.1	3.6	-2.5	-5.5	-5.7	-7.6	1.5	11.3	-6.5	1.1	0.6
Electricity & gas	2.9	-1.1	-0.2	7	4.1	-1	-2	-8.4	-14	1.6	15.3	-1.5	0.6
Basic metals	-2.8	-0.2	6.2	-5.8	0.1	-9	10.4	-1.8	-22.3	14.9	-0.3	-1.5	0.4
Rubber & plastics	-2.2	4.3	-4.6	-3	4.3	-2	3.1	-7.6	-2	8.4	-6.8	4.8	0.2
Chemicals	1.7	6.4	-3.3	-1.8	-2.7	5.7	9	-3.2	-17.4	10.7	-4.5	0	0.1
Textiles	-2.6	-11.3	0.5	7.9	-4.4	0.1	0.9	-5	-19.9	15.4	0.9	-3.8	0
Medical, precision & optical instr.	-2.1	2.3	-4.2	12.4	9.1	-22.5	1.4	-10.7	-4	-1.7	0.4	-4.8	-0.5
Non-metals minerals	-3.1	-6.3	-1.6	8.6	3.2	0.2	-1.6	-5	-2	0.2	1.5	-5.8	-0.6
Machinery & electrical equipment	-0.2	-6.5	1.3	4.5	-1.4	-5.7	0.8	4.5	0.8	1.9	-5.3	0.6	-0.8
Other mining	-14.3	4.1	-2.1	-2.5	-1.6	0.5	-2	-11.7	-1.2	3.3	-1.5	4	-1.1
Paper & printing	-3.1	0.1	-3.4	1	-2.2	-2	0	-0.9	1.3	-3.3	-7.7	4.9	-1.5
Furniture	-6.3	-19.5	8.9	3	2	-8.4	11.7	-8.6	-6.3	-5.6	-5.8	-0.9	-1.8
Food	-2.7	1.2	-1.1	1.6	2.7	-5.8	-3.7	-11.1	2.9	-3.7	-8.3	-1.1	-2.1
Water	-2	0.4	9.6	-3.1	-19.8	2.2	0.1	-13.6	-4.3	-16.3	-12.5	10.4	-2.9
Clothing	7.1	24.4	-8.4	-8.1	17.2	7.8	3.2	-6.8	-52	-9.5	3.6	1.8	-4.1

Legend: Malmquist index of productivity for manufacturing industries. Unit: percent growth on previous year. Industries are ordered accordingly to their overall productivity performance, from the largest average growth rate to the lowest.

Source: Author's calculations from STATEC data

Table 6: TFP growth in manufacturing: period comparison

Industry	1995–2012	1995–2006	2006–2012
Office machinery & TC equipment	2.75	3.34	1.67
Transport equipment	2.43	2.5	2.31
Recycling	1.7	1.24	2.53
Fabricated metals	1.65	2.11	0.81
Construction	1.4	1.56	1.11
Machinery & equipment	1.21	1.74	0.22
Wood	0.62	1.49	-0.98
Electricity & gas	0.57	1.7	-1.5
Basic metals	0.4	0.67	-0.08
Rubber & plastics	0.18	0.29	-0.02
Chemicals	0.13	0.69	-0.9
Textiles	-0.01	1.05	-1.94
Medical, precision & optical instr.	-0.5	1	-3.24
Non-metals minerals	-0.62	0.19	-2.12
Machinery & electrical equipment	-0.77	-1.49	0.55
Other mining	-1.05	-0.79	-1.52
Paper & printing	-1.49	-1.79	-0.93
Furniture	-1.82	-1.41	-2.59
Food	-2.11	-0.98	-4.17
Collection of Water	-2.89	-1.16	-6.06
Clothing	-4.07	-0.86	-9.94

Legend: Malmquist index of productivity for manufacturing industries. Unit: average percent growth calculated over the period 1995–2012 and subperiods.

Source: Author's calculations from STATEC data

Table 6 compares for each activity average productivity growth rates recorded for the whole period of analysis to those computed for two sub-periods, the one preceding and the one including the 2007–2009 recession. As expected, the industries that weathered well the crisis are also those that scored the best overall productivity performances. TFP grew at positive rates also during the period including the

crisis years in a group of six industries, namely recycling, the manufacturing of fabricated metals, transport equipment, machinery, and construction. In contrast, the fall in productivity was dramatic in activities such as the manufacturing of food, wood and clothing products.

4.3. Conclusions and Policy recommendation

This chapter presented the evolution of productivity indices for Luxembourg's manufacturing and service industries from 1995 to 2012. The analysis used production frontier methods, that allowed us to decompose the sources of TFP into technical and efficiency changes; this provided insights into the sources of productivity growth (or decline). Overall, the productivity performance of Luxembourgish industries was poor during the period of analysis and was mainly sustained by continuing growth in the financial activities. In contrast, inputs use and output grew at sustained rates. In particular, output expanded considerably in Luxembourg services; this expansion was mainly led by the sustained dynamics of inputs and the robustness of employment rather than by productivity gains.

Main results can be summarised as follows:

- The data reveal the continuing shift in the economy from traditional steel-based manufacturing towards specialised services. While

productivity growth is higher in manufacturing at the beginning of the period considered, this situation is reversed by the end of the period.

- The data show the strong contribution of financial industries to the TFP growth in services and confirm the heavy reliance of the economy on this group of activities. Productivity and output/input dynamics reveal that some restructuring has taken place within the financial services from bank intermediation to the fund industry. (Nevertheless, the financial intermediation industry is still the largest employer in the financial sector.)
- TFP growth varied substantially across services. On average, productivity deteriorated in the majority of service industries, with the exception of the financial activities where efficiency in inputs' use and technical gains were the source of TFP growth. This weakness in services' productivity did not originate in the financial crisis, and was attributed to both efficiency losses and the absence of technical progress.
- Marked differences in productivity patterns were also found in manufacturing. Nevertheless, on average productivity grew at positive rates in half of the manufacturing industries, due to sustained technical gains and some efficiency improvements. In contrast to services, the observed declines in TFP were attributed primarily to efficiency losses.
- Productivity declined sharply in nearly all industries during the recessions of 2001-2002 and, even more, 2007-2009. There are, however, some notable exceptions to this pattern. The financial industry has weathered well the crisis, sustained by the dynamism of the auxiliaries activities to financial intermediation. Possible explanations are a type of flight to quality

behaviour, which shifted investors and operations towards Luxembourg, perceived as a safe heaven. There is also some evidence that the labour dynamics have helped the financial industry to adjust inputs' use to overall conditions, increasing efficiency and limiting labour hoarding.

The results in this chapter should be interpreted with care. The revision of the European System of national accounts which is due to be implemented by statistical offices in 2014 (ESA 2010) may impact the measuring of input and output data, changing productivity patterns due to data revisions. In addition, the analysis presented here suffers of several limitations. The volatility in the data makes it difficult to interpret productivity changes. Further limitations are the well-known difficulties in the measurement of inputs and outputs, especially for service industries. Furthermore, the benchmark nature of DEA analysis constitutes an advantage, but imposes a sole productive technology on the heterogeneous service industries. This analysis is capable of disentangling the effects of pure efficiency gains from technical progress on productivity, but leaves many questions open. More research is needed to identify productivity drivers, which motivates the research presented in the following chapters of this volume. Part II of this Cahier investigates reallocation effects in Luxembourg's manufacturing. Furthermore, the relevance of innovation is highlighted by the identification of technical gains as main drivers of the growth in productivity. Studies on various aspects of innovation and its links with economic performance in Luxembourg will be presented in part III of this cahier.

4.4. References

- BALLING, M., GNAN, E., LIERMAN, F., and SCHODER, J.-P. (2009). Productivity in the financial services sector. *SUERF Et Banque Centrale du Luxembourg*.
- BARLEVY, G. (2002). The sullyng effect of recessions. *Review of Economic Studies*, 69(1):65-96.
- CAVES, D., CHRISTENSEN, L., and DIEWERT, W. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica*, 50:73-86.
- CHARNES, A., COOPER, W., and RHODES, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2:429-444.
- COELLI, T., RAO, D. P., O'DONNELL, C., and BATTESE, G. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis. *Springer*.

CRESPI, G., CRISCUOLO, C., HASKEL, J., and HAWKES, D. (2006). Measuring and understanding productivity in UK market services. *Oxford Review of Economic Policy*, 22(4):560–572.

DIMARIA, C. and CICCONE, J. (2006). La productivité totale des facteurs au Luxembourg. *Cahier Economique*, N°102, STATEC.

DIMARIA, C. and CICCONE, J. (2008). Luxklems: Productivité et compétitivité. *Perspectives de Politique Économique*, N°8, Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg.

DUBROCARD, A., FERREIRA, I. G., and PERONI, C. (2010). Productivité et compétitivité au Luxembourg: une comparaison par pays et par branches. *Perspectives de Politique Économique*, N°14, Ministère de l'Économie et du Commerce extérieur du Grand-Duché de Luxembourg.

FÄRE, R., GROSSKOPF, S., and LOVELL, C. K. (1994). Production Frontiers. *Cambridge University Press*.

FARRELL, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120:253–90.

GOMES, J., GREENWOOD, J., and REBELO, S. (2001). Equilibrium unemployment. *Journal of Monetary Economics*, 48(1):109–152.

GRIFELL-TATJÉ, E. and LOVELL, C. (1996). Deregulation and productivity decline: the case of Spanish savings banks. *European Economic Review*, 40:1281–1303.

HAHN, S. (2001). Firm dynamics and productivity growth: a review of micro evidence from OECD countries. OECD ECO/WKP (2001)23.

HALTIWANGER, J. (2012). Job creation and firm dynamics in the US. *Innovation Policy and the Economy*, 12(1):17–38.

HULTEN, C. (2002). Total factor productivity: a short biography. *NBER*, 7471.

IMF (2009), Luxembourg. *Chapter IV consultation – Staff Report*.

KOUTSOMANOLI-FILIPPAKI, A., MARGARITIS, D., and STAIKOURAS, C. (2009). Efficiency and productivity growth in the banking industry of central and eastern Europe. *Journal of Banking and Finance*, 33:557–567.

MAWSON, P., CARLAW, K., and MCLELLAN, N. (2003). Productivity measurement: alternative approaches and estimates. *New Zealand Treasury working papers* 03/12.

OECD (2008). Luxembourg. *Economic Studies of the OECD 2008/12*.

O'MAHONY, M. and VAN ARK, B. (2003). EU productivity and competitiveness: an industry perspective. *Technical report, European Commission*.

PERONI, C. (2012). Productivity and competitiveness in Luxembourg; productivity & the crisis. *Perspectives de Politique Économique*, N°18, Ministère de l'Économie et du Commerce extérieur du Grand-Duché de Luxembourg.

STATEC (2013). Note de conjoncture, N°2-2013.

WÖLFL, A. (2004). Productivity growth in services industries: is there a role for measurement? *International Productivity Monitor*, 8: 66–80. Centre for the Study of Living Standards.

II Capacités d'innovation

1. L'innovation au Luxembourg de 2002-2010

Tatiana PLOTNIKOVA et Wladimir RAYMOND

1.1. Première partie: Analyse descriptive

Cette première partie de l'étude comporte une analyse descriptive du comportement innovant des entreprises au Luxembourg au cours de la période 2002-2010. Nous considérons non seulement l'innovation technologique, c'est-à-dire les innovations de produits et de procédés, mais aussi l'innovation non technologique qui désigne les innovations organisationnelles et de commercialisation. Enfin, nous analysons les différents facteurs sous-jacents du processus d'innovation ainsi que ceux qui expliquent la dynamique d'innovation.

1.1.1 Les facteurs sous-jacents du processus d'innovation

Le progrès technique communément appelé innovation technologique est généralement considéré comme l'un des éléments principaux de la croissance économique (voir par exemple Griliches, 1979; Griliches et Mairesse, 1984). De même, l'innovation non technologique, à savoir l'innovation organisationnelle ou de commercialisation (marketing), joue un rôle primordial dans la productivité des entreprises (voir par exemple Black et Lynch, 2001). Il est donc essentiel de comprendre les facteurs sous-jacents du bon fonctionnement du processus d'innovation. Parmi ces facteurs, la littérature économique identifie les incitations de l'entreprise à innover et sa capacité à le faire. Le premier facteur, à savoir la propension à innover, dépend essentiellement du revenu espéré *post-innovation*. Ni les incitations à innover ni le revenu espéré *post-innovation* ne sont observables pour l'analyste. Néanmoins, ils dépendent de variables observables comme la structure (concurrentielle ou monopolistique) du marché sur lequel l'entreprise opère ou encore les conditions d'appropriation de ses innovations.¹ Le second facteur, c'est-à-dire la capacité de l'entreprise à innover, est lui aussi inobservable pour l'analyste mais dépend de variables observables comme l'accès à des ressources financières, l'engagement dans des activités de R&D et l'intensité des dépenses correspondantes, le niveau

de qualification des employés ou la coopération avec d'autres acteurs comme les instituts de recherche par exemple.

1.1.2 L'enquête communautaire sur l'innovation

Sous l'influence de chercheurs et d'universitaires non satisfaits de la seule variable de R&D comme mesure d'innovation (voir par exemple Kleinknecht et Bain, 1993), les États membres de l'Union européenne ont décidé au début des années 90 de lancer une enquête communautaire sur l'innovation (ECI) selon les directives du Manuel d'Oslo (OECD, 2005). Cette enquête comporte non seulement la mesure traditionnelle de R&D mais encore d'autres mesures «d'input» d'innovation comme l'acquisition de connaissances externes et des mesures «d'output» comme la part du chiffre d'affaires due aux nouveaux produits. Cette enquête comporte également des modalités d'innovation comme la coopération avec d'autres acteurs, les moyens d'appropriation ou encore la provenance des sources d'information pour les activités innovantes. Depuis leur lancement dans les années 90, de nombreuses études empiriques ont été réalisées à partir d'ECI (voir Mairesse et Mohnen, 2010, pour un survol de la littérature).

Les études luxembourgeoises, par exemple Allegrezza (1992), font partie des études pionnières ayant utilisé les ECI au même titre que les études françaises (Crépon *et al.*, 1996), néerlandaises (Brouwer et Kleinknecht, 1996) ou suisses (Hollenstein, 1996).² De même, le Luxembourg possède à ce jour, comme la France, les Pays-Bas ou la Suisse, un *pseudo-panel* qui nous permet d'inclure la dimension temporelle dans l'analyse et d'étudier des phénomènes dynamiques de l'innovation comme la persistance. Ainsi, nous utilisons dans cette analyse quatre vagues d'ECI se rapportant aux périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010.

Un pseudo-panel

La figure 1 montre le nombre d'entreprises par ECI sur la période 2002-2010. Celui-ci a augmenté de 21% (c'est-à-dire de 110) sur toute la période, ce qui est

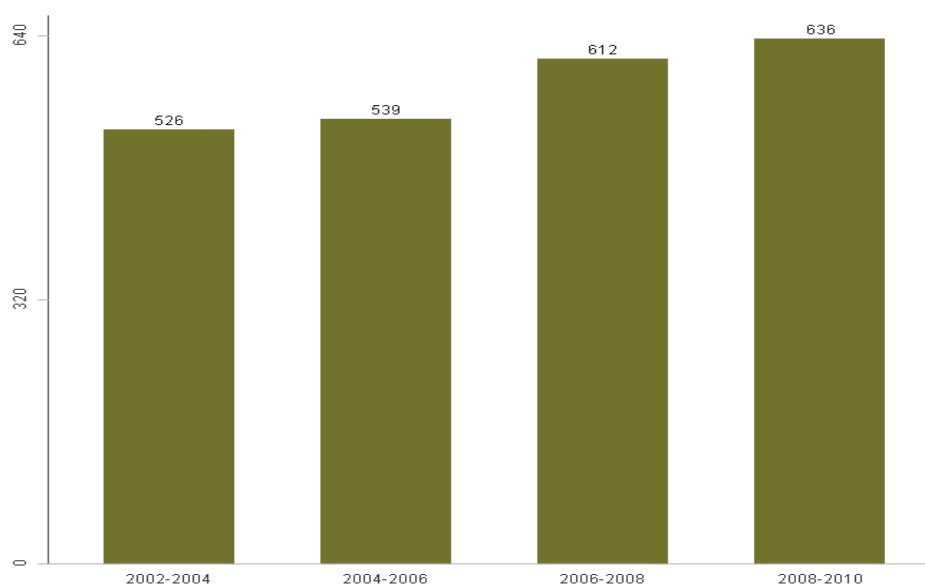
¹ Parmi les modalités d'appropriation de l'innovation, nous pouvons citer les brevets, les droits de propriété intellectuelle ou encore le secret technologique.

² Des pays non membres de l'Union européenne comme la Suisse ou le Canada ont aussi une enquête d'innovation similaire à l'ECI.

dû entre autres à la volonté du STATEC d'accroître l'exhaustivité dans les enquêtes d'innovation en réduisant par exemple le taux de non-réponse.¹ Les entreprises reportées à la figure 1 ne sont pas forcément distinctes d'une enquête à l'autre dans la mesure où une entreprise peut prendre part à plusieurs enquêtes. En revanche, la figure 2 montre un panel non cylindré de 1214 entreprises distinctes réparties sur les quatre vagues d'ECI de manière consécutive ou avec des sauts dans le temps.² Nous observons que seulement 159 entreprises, c'est-à-dire 13% du total, ont pris part à toutes les enquêtes d'innovation entre 2002 et 2010 (notre panel cylindré) tandis que près de la moitié du total, à savoir 591 entreprises, n'ont pris part qu'à une seule enquête. Ces

dernières seraient automatiquement exclues de toute étude portant sur la dynamique du processus d'innovation.³ Quant aux entreprises ayant pris part à au moins deux enquêtes, elles pourraient être incluses dans une analyse dynamique en fonction du retard considéré. Ainsi, les entreprises des huit premières catégories de la figure 2 seraient incluses dans une analyse dynamique avec un retard d'une période tandis que les catégories 6, 7 et 8 seraient exclues et remplacées par les catégories 9 et 11 si le retard est de deux périodes.⁴ Étant donné le faible pourcentage d'entreprises dans le panel cylindré, toute étude portant sur la dynamique d'innovation doit dans la mesure du possible utiliser un panel non cylindré pour éviter le *biais du survivant*.⁵

Figure 1: Nombre d'entreprises dans chaque vague d'enquête (ECI) sur la période 2002–2010



Source: ECI périodes 2002–2004, 2004–2006, 2006–2008 et 2008–2010 – Analyse des auteurs.

¹ La collecte des données de l'enquête luxembourgeoise sur l'innovation est réalisée à partir d'un recensement ou d'un échantillonnage stratifié. Pour plus d'informations sur le seuil qui définit le type de collecte et les variables utilisées pour les strates, le lecteur est invité à consulter l'étude de Raymond et Plotnikova (2014).

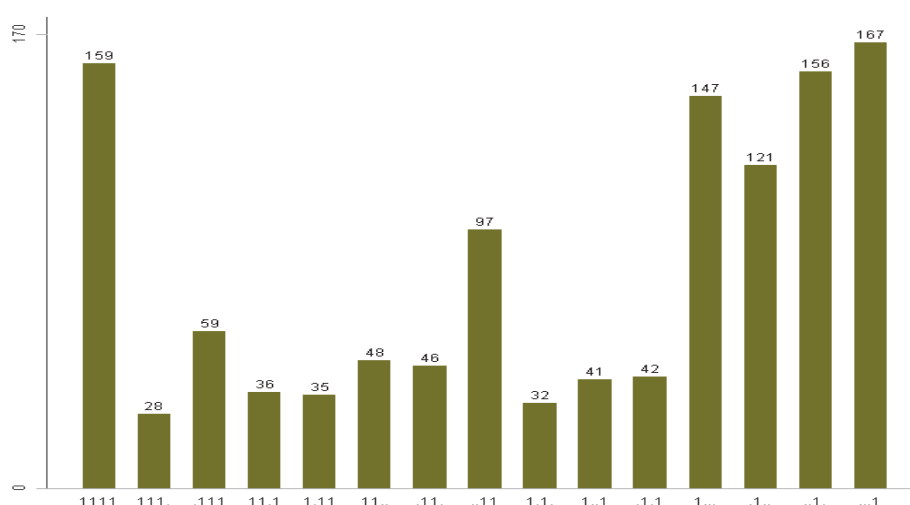
² Un panel d'entreprises est un groupe d'entreprises interrogées dans le temps. Un panel peut être cylindré, auquel cas les entreprises sont toujours présentes dans l'échantillon, ou non cylindré auquel cas elles peuvent être absentes à certains moments.

³ À noter que la totalité des entreprises seraient incluses dans une analyse statique.

⁴ À partir de 2002, la fréquence des ECI luxembourgeoises est biennale de sorte qu'un retard d'une période correspond à deux ans.

⁵ Le terme technique anglais est «survivorship bias».

Figure 2: Nombre d'entreprises présentes dans une ou plusieurs vagues de l'enquête (ECI) (catégories du panel non cylindré)



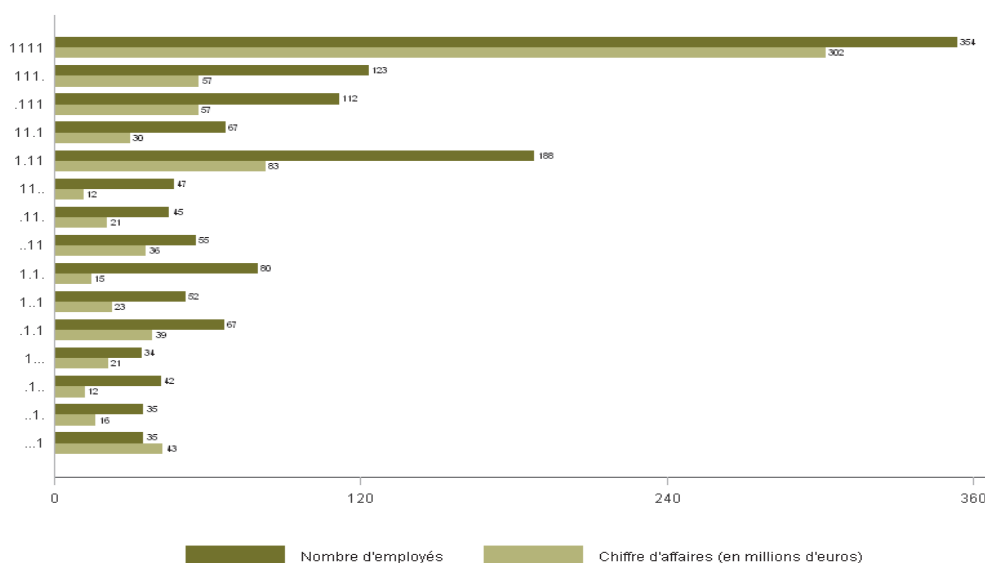
Remarque: "1" signifie que l'entreprise est présente dans une vague d'enquête ECI, à savoir la catégorie "1..." correspond aux entreprises d'enquête CIS 2002-2004; la catégorie "11.." correspond aux entreprises qui sont présentes dans l'enquête CIS 2002-2004 et CIS 2004-2006, mais qui ne sont pas présentes dans l'enquête CIS 2006-2008 et CIS 2008-2010, etc.

Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

La figure 3 montre les moyennes du nombre d'employés et du chiffre d'affaires (en millions d'euros) des entreprises des différentes catégories du panel non cylindré. Nous observons que les entreprises ayant pris part à plusieurs ECI sont en moyenne plus grandes que celles ayant pris part à une seule enquête, ce à quoi l'on s'attend puisque le nombre d'employés et le chiffre d'affaires font partie des

variables qui définissent les strates de l'échantillonnage et qui dictent le choix entre ce dernier et un recensement. Les entreprises dont la taille dépasse un certain seuil sont recensées, d'où les valeurs significativement plus élevées dans le panel cylindré que dans les autres catégories. En effet, la probabilité de survivre au cours du temps est aussi corrélée de manière positive et significative avec la taille de l'entreprise ([Agarwal et Audretsch, 2001](#)).

Figure 3: Taille moyenne des entreprises dans les différentes catégories du panel non cylindré



Remarque: "1" signifie que l'entreprise est présente dans une vague d'enquête ECI, à savoir la catégorie "1..." correspond aux entreprises d'enquête CIS 2002-2004; la catégorie "11.." correspond aux entreprises qui sont présentes dans l'enquête CIS 2002-2004 et CIS 2004-2006, mais qui ne sont pas présentes dans l'enquête CIS 2006-2008 et CIS 2008-2010, etc.

Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs

1.1.3 L'innovation technologique et non technologique

Nous distinguons deux catégories d'innovation, à savoir l'innovation technologique et l'innovation non technologique. Elles sont mesurées par des variables dichotomiques relatives à l'introduction d'innovations de produits ou de procédés, ou à l'introduction d'innovations organisationnelles ou de commercialisation.¹

Le tableau 1 est un tableau de contingence où le nombre et le pourcentage (de l'échantillon total) d'entreprises innovantes sont reportés pour chaque catégorie d'innovation au cours de la période 2002-2010.²

Tout d'abord, nous observons que pour chaque type d'innovation, le pourcentage d'entreprises innovantes est à peu près le même que le pourcentage d'entreprises non innovantes, c'est-à-dire 51% vs 49% pour l'innovation technologique et 55% vs 45% pour l'innovation non technologique.

Un tiers de l'échantillon n'a réalisé ni innovation technologique ni innovation non technologique, environ 40% a déployé les deux types d'innovation et environ un tiers s'est lancé dans un seul type d'innovation, c'est-à-dire respectivement 13% et 17% déclarent des innovations technologiques ou non technologiques exclusivement.

Tableau 1: L'innovation technologique et non technologique au cours de la période 2002-2010

		Innovation non technologique		
		Non	Oui	Total
Innovation technologique	Non	32%	17%	49%
		706	363	1 069
	Oui	13%	38%	51%
		281	843	1124
	Total	45%	55%	100%
		987	1 206	2 193

* % du total et effectif

Source: analyse des auteurs. Données: périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 du ECI.

Nous distinguons cinq secteurs d'activité, à savoir les industries manufacturières à basse et à haute technologie, les activités de services à faible et à forte intensité de connaissance et le secteur de la production et de la distribution de l'électricité, de l'eau et du gaz (ci-après «EGA»). Ces secteurs comprennent des industries définies selon la nomenclature des activités économiques dans la Communauté européenne (NACE Rév. 2) considérée à un niveau à deux chiffres.

Tableau 2: Proportion d'entreprises innovantes selon le type d'innovation et le secteur d'activité au cours de la période 2002-2010†

Secteur	Innovation technologique			Innovation non technologique		
	Produits	Procédés	Total	Organisation	Marketing	Total
Manufacture	0.43	0.39	0.55	0.44	0.27	0.52
Low-tech	0.35	0.36	0.47	0.41	0.24	0.48
High-tech	0.66	0.49	0.78	0.51	0.35	0.63
Services	0.40	0.35	0.50	0.49	0.28	0.57
LKIS	0.23	0.24	0.34	0.39	0.23	0.45
KIS	0.52	0.42	0.62	0.57	0.31	0.65
EGA	0.25	0.23	0.41	0.48	0.20	0.52
Échantillon complet	0.40	0.36	0.51	0.48	0.27	0.55

† La colonne «Total» correspond à l'un ou l'autre type d'innovation.

Source: analyse des auteurs. Données: périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 du EC

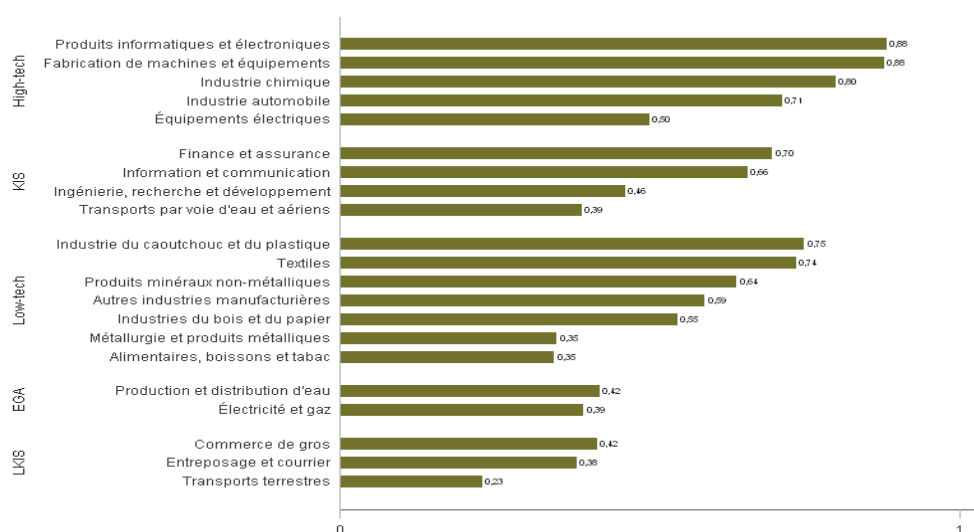
¹ Dans le langage mathématique, le «ou» qui se trouve dans «produits ou de procédés» doit être interprété comme un «ou» inclusif. L'innovation technologique comprend donc l'innovation exclusive de produits, l'innovation exclusive de procédés ou les deux. De même, l'innovation non technologique comprend l'innovation exclusive d'organisation, l'innovation exclusive de marketing ou les deux.

² L'échantillon (de 2313 observations) utilisé pour les figures 1 et 2 constitue l'échantillon de base avant nettoyage. Celui des tableaux 1 et 2 contient 2193 observations obtenues après avoir éliminé les entreprises qui n'ont reporté aucun chiffre d'affaires ou qui ont reporté des dépenses de R&D excédant 50% du chiffre d'affaire.

Les industries manufacturières à basse et à haute technologie, respectivement «low-tech» et «high-tech», sont définies par Eurostat sur la base de l'intensité de la R&D définie comme le rapport entre les dépenses de R&D et la valeur ajoutée. Quant aux activités de services à faible et à forte intensité de connaissance, respectivement «LKIS¹» et «KIS²», elles sont définies par Eurostat sur la base du pourcentage d'employés ayant un diplôme d'enseignement supérieur³. Comme l'on pouvait s'y attendre, elles sont significativement plus élevées dans les industries manufacturières à haute technologie et dans les activités de services à forte intensité de connaissance.

Ce résultat descriptif peut être également observé aux figures 4 et 5 qui montrent les proportions d'entreprises innovantes à un niveau d'activité désagrégé. Nous observons par exemple qu'il existe des industries très peu innovantes dans les secteurs innovants, ce qui est par exemple le cas de l'industrie des transports par voie d'eau et aériens, et des industries plutôt innovantes dans les secteurs très peu innovants comme c'est le cas de l'industrie du caoutchouc et du plastique (Au Luxembourg, l'industrie du caoutchouc et du plastique est probablement dominée par la compagnie Goodyear qui possède le plus important centre de recherche dans le monde après celui des États-Unis..

Figure 4: Proportion d'entreprises ayant des activités d'innovation technologique selon le secteur d'activité détaillé au cours de la période 2002-2010



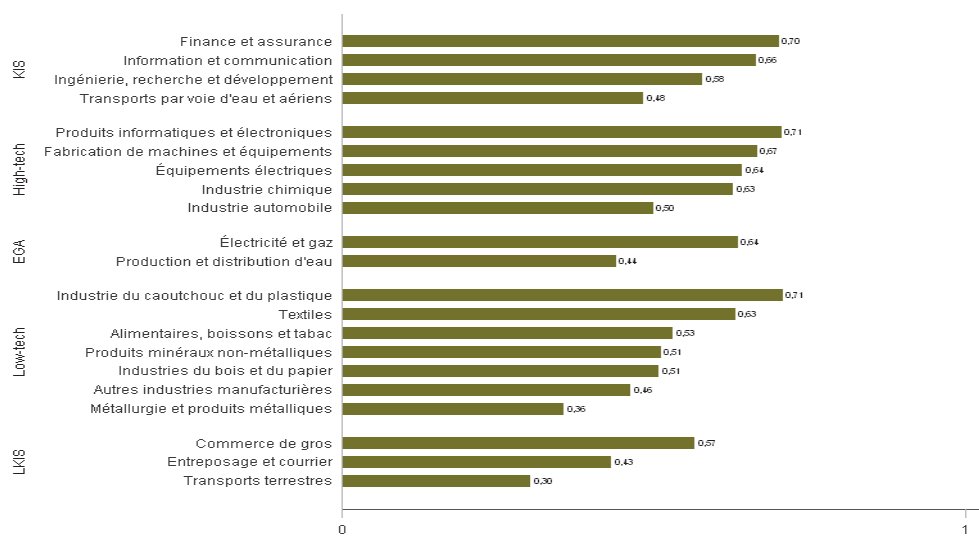
Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

¹ LKIS – Low Knowledge Intensive Services- est constitué des sections G H I de la NACE;

² KIS –Knowledge Intensive Services- correspond aux secteurs J K L M N de la NACE.

³ Pour plus de détails sur ces taxonomies, voir http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_SDDS/EN/htec_esms.htm et http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_SDDS/Annexes/htec_esms_an3.pdf.

Figure 5: Proportion d'entreprises ayant des activités d'innovation non technologique selon le secteur d'activité détaillé au cours de la période 2002-2010



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

1.1.4 Les facteurs incitatifs à l'innovation

L'enquête communautaire sur l'innovation comprend de nombreux facteurs influant sur la propension de l'entreprise à innover. Bien que la plupart des facteurs incitatifs à l'innovation concernent l'innovation technologique, nous pouvons y retrouver, entre autres, la structure de marché (Schumpeter, 1942; Arrow, 1962; Scherer, 1967) et les méthodes de protection des innovations (Breschi et al., 2000).

La structure de marché

La figure 6 montre les proportions d'entreprises ayant comme marché principal le marché international ou le marché luxembourgeois selon le secteur d'activité au cours de la période 2002-2010. Les secteurs les plus innovants, à savoir les industries manufacturières à haute technologie et les activités de services à forte intensité de connaissance, ont les proportions les plus élevées d'entreprises ayant comme marché principal le marché international.

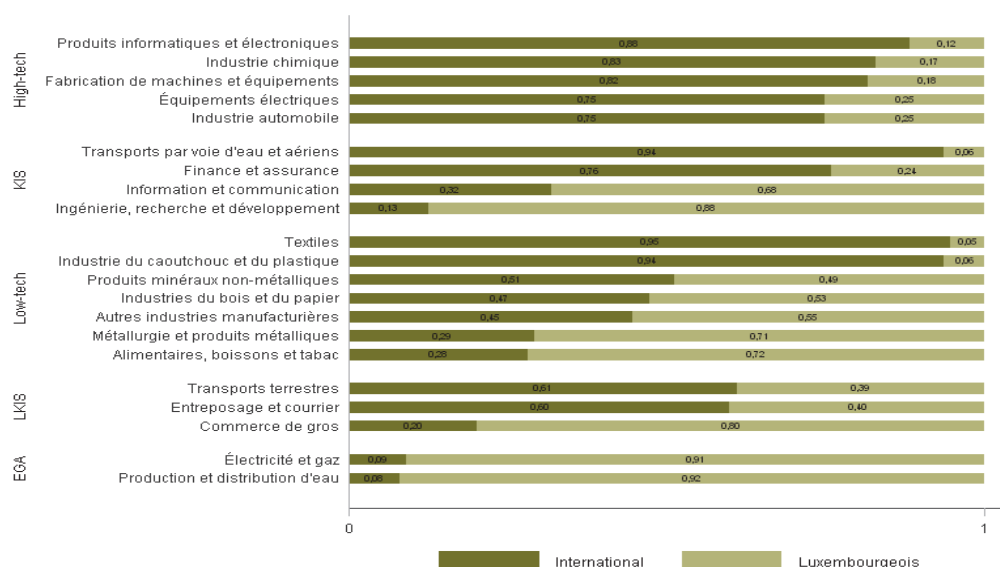
Les entreprises du secteur «high-tech» produisent même majoritairement (à 80% en moyenne) pour le marché international tandis que celles du secteur de la production et de la distribution de l'électricité, de l'eau et du gaz sont majoritairement orientées (à 92% en moyenne) vers le marché luxembourgeois.

La figure 7 montre les proportions d'entreprises pour lesquelles l'intensité de la concurrence perçue sur le marché principal est forte ou très forte, ou faible ou inexistante au cours de la période 2002-2008¹. À l'exception du secteur de la production et de la distribution de l'électricité, de l'eau et du gaz,² l'intensité de la concurrence sur le marché principal est en général fortement ou très fortement perçue dans les différents secteurs de l'économie luxembourgeoise.

¹ Les informations sont manquantes pour l'enquête 2008-2010.

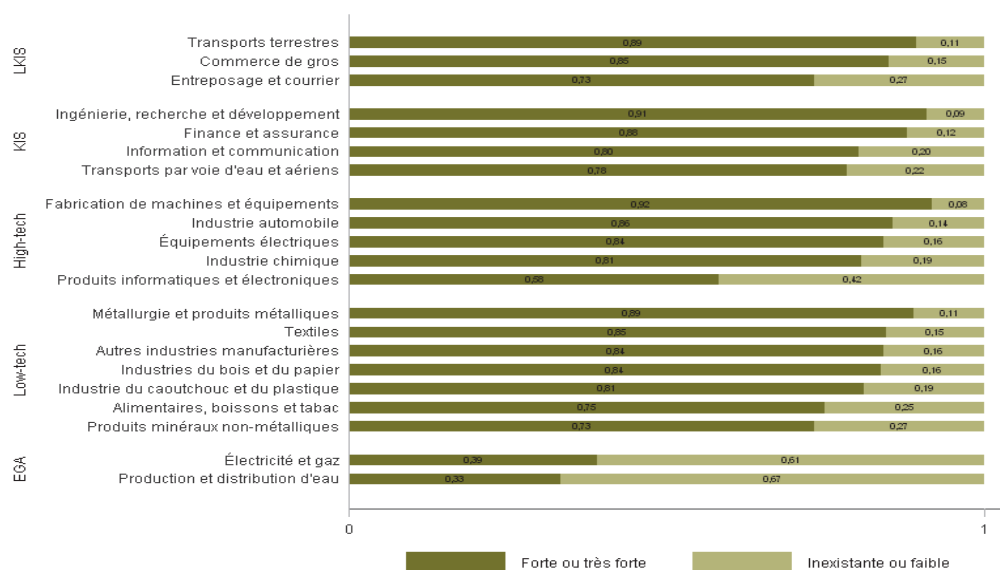
² Les statistiques sur l'intensité de la concurrence perçue reflètent la structure monopolistique de ce secteur, voir l'étude de Raymond et Plotnikova (2014).

Figure 6: Proportion d'entreprises selon leur marché principal par secteur d'activité au cours de la période 2002-2010



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Figure 7: Proportion d'entreprises selon l'intensité de la concurrence perçue sur le marché principal dans chaque secteur d'activité au cours de la période 2002-2008



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Les méthodes de protection des innovations

La figure 8 montre les proportions d'entreprises qui, dans chaque secteur d'activité, optent pour des méthodes de protection de leurs innovations formelles ou stratégiques. On entend par méthodes formelles de protection, les brevets, les enregistrements de modèles et de marques de fabrique et les droits d'auteur. Tandis que le recours au secret technologique, à la

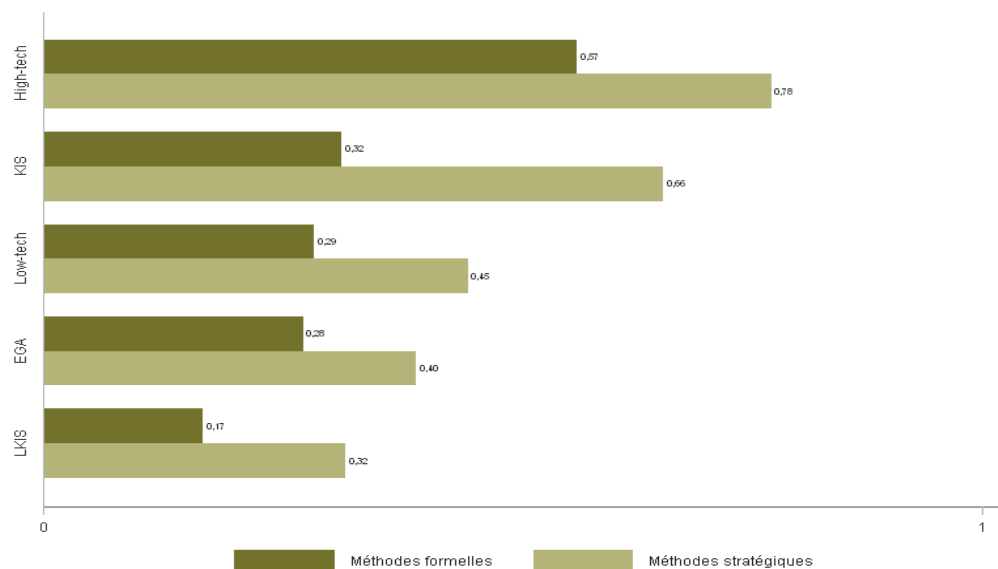
complexité du modèle et à l'avance sur les concurrents constituent des méthodes dites stratégiques.

Indépendamment du secteur d'activité, les entreprises préfèrent les méthodes stratégiques aux méthodes formelles. Plus précisément, pour protéger leurs innovations, les entreprises préfèrent prendre de l'avance sur leurs concurrents, avoir recours au secret

technologique ou, dans une moindre mesure en particulier dans les secteurs les plus innovants, opter pour la complexité du modèle (voir la figure 9). Les proportions d'entreprises ayant recours à des méthodes stratégiques sont significativement plus

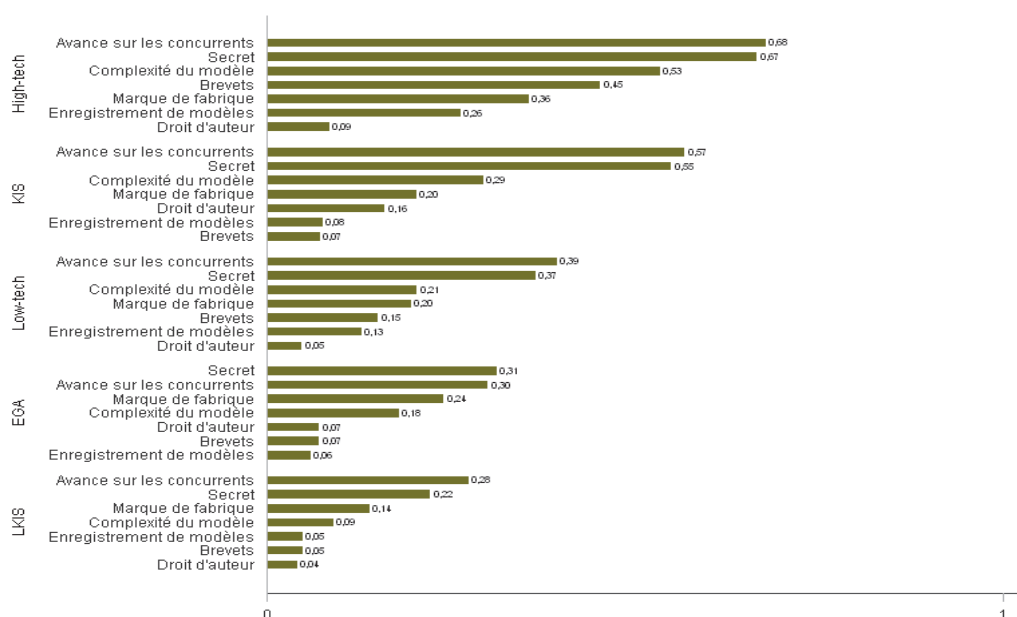
élevées dans les secteurs d'activité les plus innovants, c'est-à-dire dans les industries manufacturières à haute technologie et dans les activités de services à forte intensité de connaissance. Quant aux méthodes formelles de protection, elles sont majoritairement utilisées dans les industries manufacturières à haute technologie.

Figure 8: Méthode de protection des innovations (Proportion d'entreprises dans chaque secteur d'activité au cours de la période 2002 -2010)



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Figure 9: Méthodes de protection des innovations (Proportion d'entreprises dans chaque secteur d'activité au cours de la période 2002 -2010)



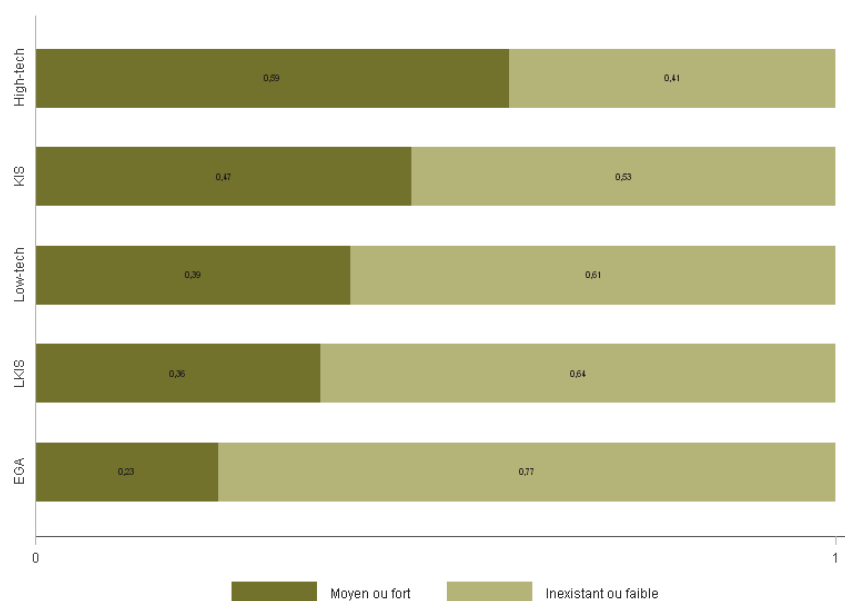
Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Les obstacles à l'innovation

En plus des variables relatives à la structure de marché et aux méthodes de protection des innovations, l'ECI distingue des facteurs d'obstacles à l'innovation qui influent sur la propension des entreprises à innover. Plus précisément, nous distinguons les facteurs liés au marché et les raisons de ne pas innover.¹

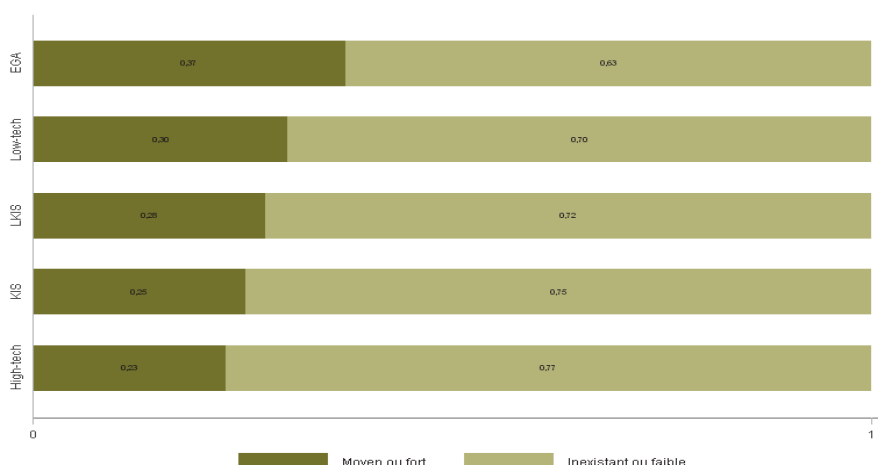
Les figures 10 et 11 montrent le degré d'importance des obstacles à l'innovation liés au marché et celui des motifs incitant à ne pas innover. La figure 10 montre que les obstacles liés au marché sont significativement plus élevés pour les secteurs les plus innovants. Quant aux motifs pour ne pas innover, ils ne sont pas considérés comme importants en moyenne et ne sont pas statistiquement différents d'un secteur à l'autre, voir la figure 11.

Figure 10: Importance des obstacles à l'innovation liés au marché (Proportion d'entreprises dans chaque secteur d'activité au cours de la période 2002 –2010)



Source: ECI périodes 2002–2004, 2004–2006, 2006–2008 et 2008–2010 – Analyse des auteurs.

Figure 11: Manque d'incitations à innover (Proportion d'entreprises dans chaque secteur d'activité au cours de la période 2002 –2010)



Source: ECI périodes 2002–2004, 2004–2006, 2006–2008 et 2008–2010 – Analyse des auteurs.

¹ Les modalités des obstacles liés au marché sont «le marché est dominé par des entreprises en place» et «la demande de biens ou services innovants est incertaine». Les motifs incitant à ne pas innover comprennent la non-nécessité d'innover en raison d'innovations précédentes ou en l'absence de demande d'innovations.

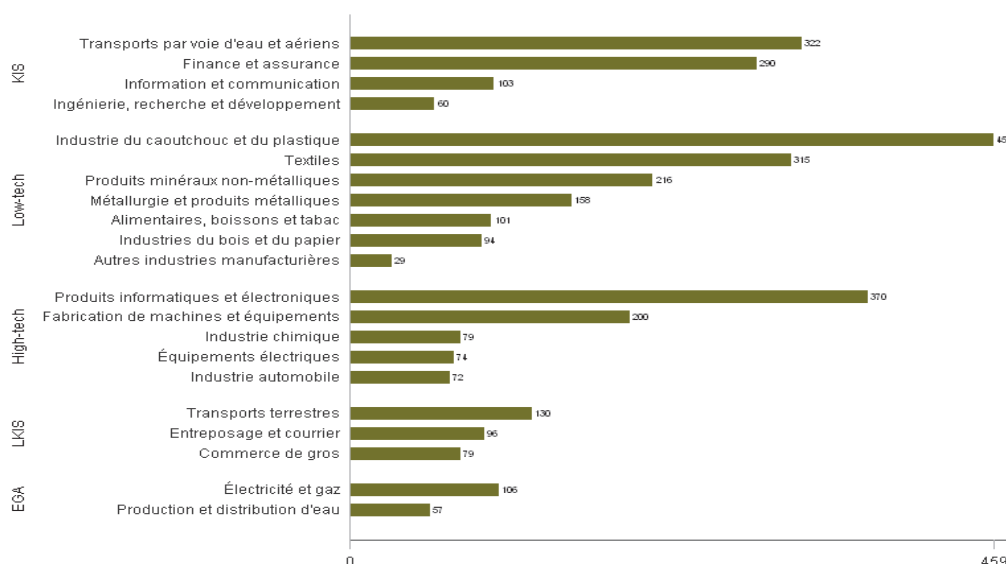
1.1.5 La capacité à innover

La capacité d'une entreprise à innover dépend de sa taille (Schumpeter, 1942), du niveau de qualification de ses employés (Vinding, 2006), de son statut de conglomérat (Veugelers et Cassiman, 2004), de l'intensité de ses dépenses d'innovation comme la R&D (Pakes et Griliches, 1980), des sources d'information pour les activités d'innovation (Amara et Landry, 2005) et de la coopération avec d'autres acteurs pour de telles activités (Becker et Dietz, 2004; Tomlinson, 2010). Cette liste de facteurs est loin d'être exhaustive. Comme pour les facteurs incitatifs d'innovation, les variables de l'ECI qui influent sur la capacité d'innover concernent pour la plupart l'innovation technologique.

L'emploi et le chiffre d'affaires

La taille d'une entreprise est souvent mesurée par le nombre de ses employés ou son chiffre d'affaires. Les figures 12 et 13 montrent le nombre d'employés et le chiffre d'affaires moyens par industrie au cours de la période 2002-2010. Les industries les plus importantes en termes d'emploi au cours de la période 2002-2010, c'est-à-dire dont le nombre d'employés moyen excède 250 employés, sont les industries du caoutchouc et du plastique, des produits informatiques et électroniques, des transports par voie d'eau et aériens, de la fabrication de textiles et de la finance et de l'assurance. Le nombre d'employés est en moyenne significativement moins élevé dans les secteurs LKIS et EGA que dans les autres secteurs.

Figure 12: Nombre moyen d'employés par secteur d'activité au cours de la période 2002-2010

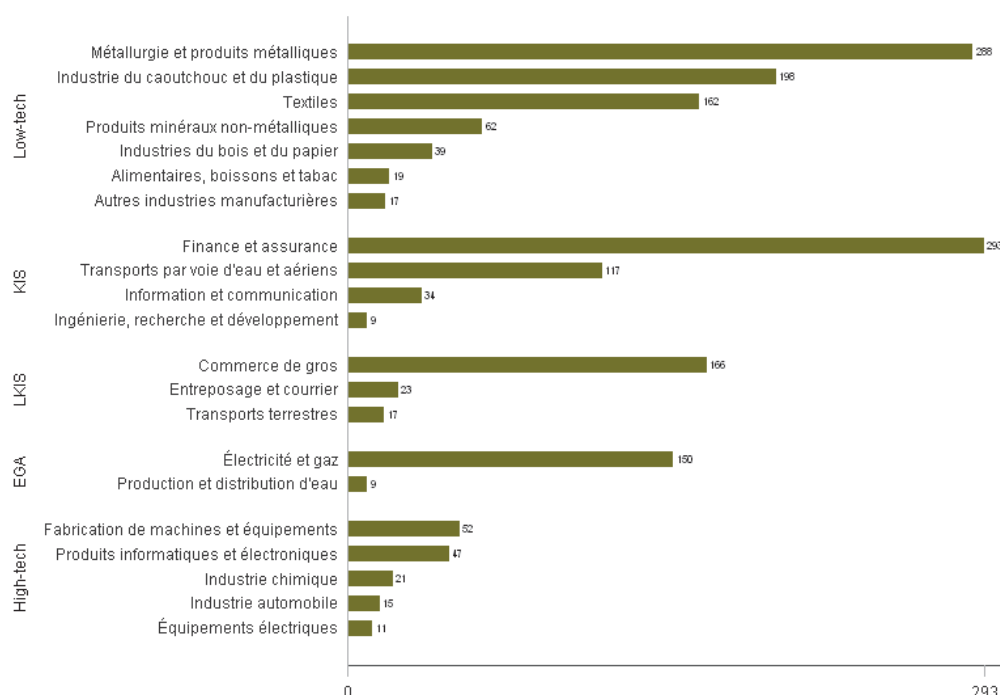


Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

En ce qui concerne le chiffre d'affaires (en millions d'euros), les industries les plus génératrices de revenus au cours de la période 2002-2010, c'est-à-dire dont le chiffre d'affaires moyen dépasse 100 millions d'euros, sont les industries de la finance et de l'assurance, de

la métallurgie et des produits métalliques, du caoutchouc et du plastique, du commerce de gros, de la fabrication de textiles, de l'électricité et du gaz et des transports par voie d'eau et aériens.

Figure 13: Chiffre d'affaires moyen par secteur d'activité au cours de la période 2002-2010 (en millions d'euros)



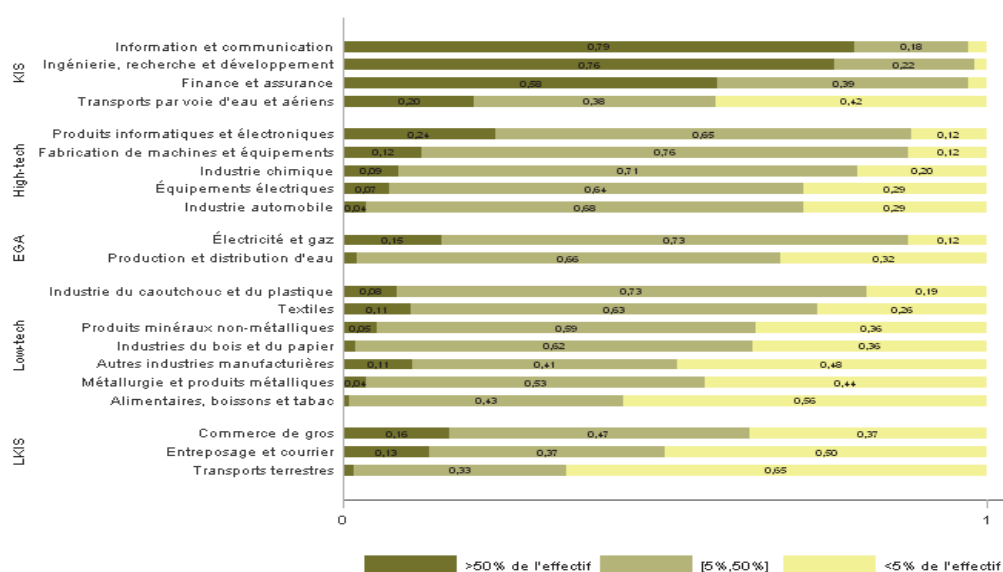
Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Le niveau de qualification des employés

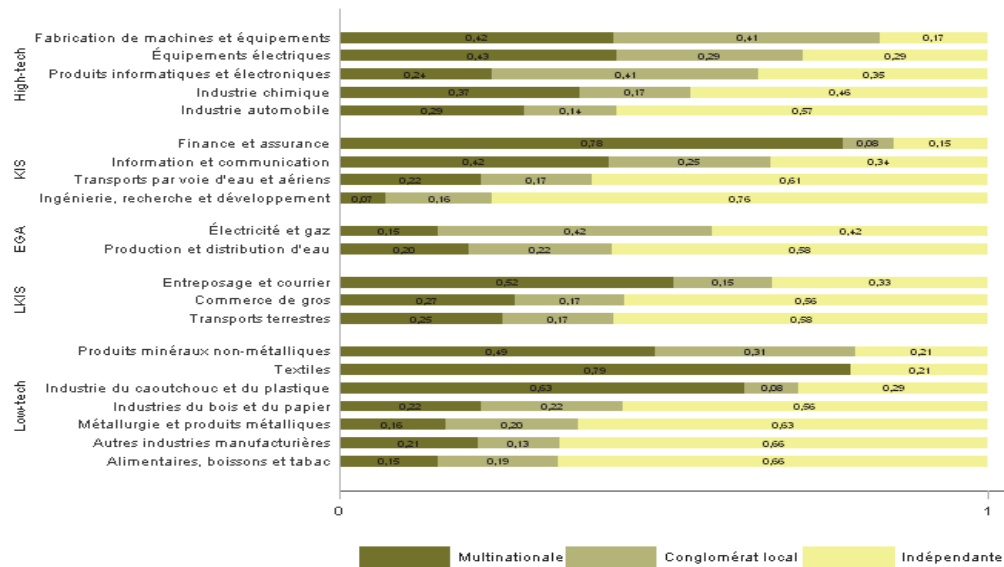
La figure 14 montre les proportions d'effectif ayant un diplôme universitaire au cours de la période 2002-2010 selon le secteur d'activité. Comme l'on pouvait s'y attendre, les activités de services à forte intensité

de connaissance et les industries manufacturières à haute technologie possèdent les effectifs les plus qualifiés. La proportion d'effectif ayant un diplôme universitaire est aussi relativement élevée dans le secteur EGA.

Figure 14: Part de l'effectif employé ayant un diplôme universitaire dans chaque secteur d'activité au cours de la période 2002-2010



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Figure 15: Le statut de conglomérat par industrie au cours de la période 2002-2010

Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Le statut de conglomérat

La figure 15 montre le statut de conglomérat des entreprises au Luxembourg selon le secteur d'activité au cours de la période 2002-2010. La proportion d'entreprises appartenant à un conglomérat et en particulier à une multinationale est en moyenne plus élevée dans les activités de services à forte intensité de connaissance et les industries manufacturières à haute technologie.¹

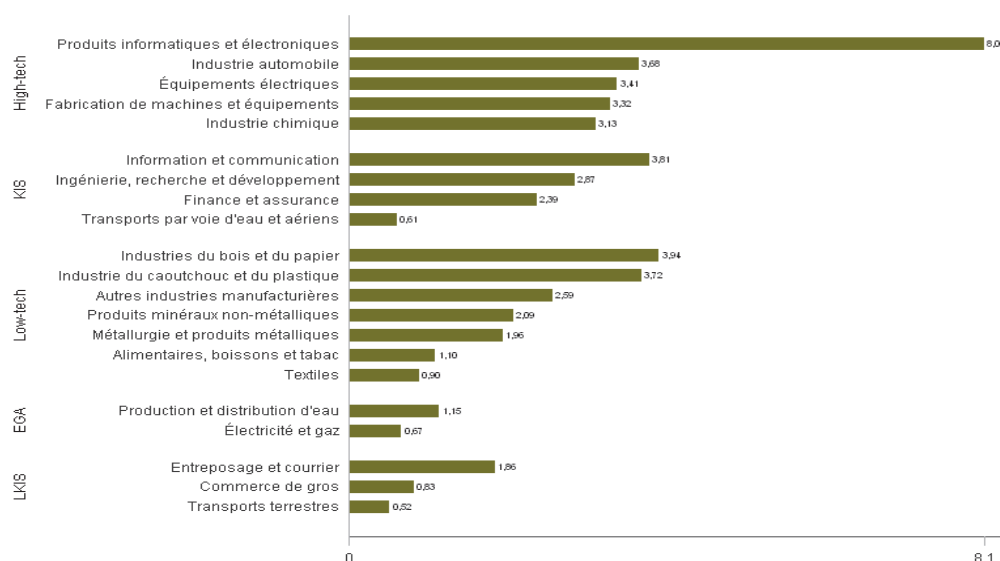
L'intensité des dépenses d'innovation

La figure 16 montre l'intensité des dépenses d'innovation exprimée en pourcentage du chiffre d'affaires selon le secteur d'activité au cours de la période 2002-2010. Comme l'on pouvait s'y attendre, cette intensité est la plus élevée dans les industries manufacturières à haute technologie et dans une moindre mesure dans les activités de service à forte intensité de connaissance, en d'autres termes, dans les secteurs les plus innovants.

En général, les dépenses d'innovation dans les différentes industries varient entre 1% et 4% du chiffre d'affaires. Nous pouvons citer comme exceptions l'industrie des produits informatiques et électroniques où l'intensité de ces dépenses est étonnamment au moins deux fois plus élevée que dans les autres industries, et les secteurs des transports, de la fabrication de textiles, de la production et de la distribution de l'électricité et du gaz, et du commerce de gros où cette intensité ne dépasse pas 1%.

¹ Les industries low-tech des produits minéraux non métalliques, de la fabrication de textiles, et du caoutchouc et du plastique constituent des exceptions.

Figure 16: Intensité des dépenses d'innovation par secteur d'activité au cours de la période 2002-2010 (en pourcentage du chiffre d'affaires)



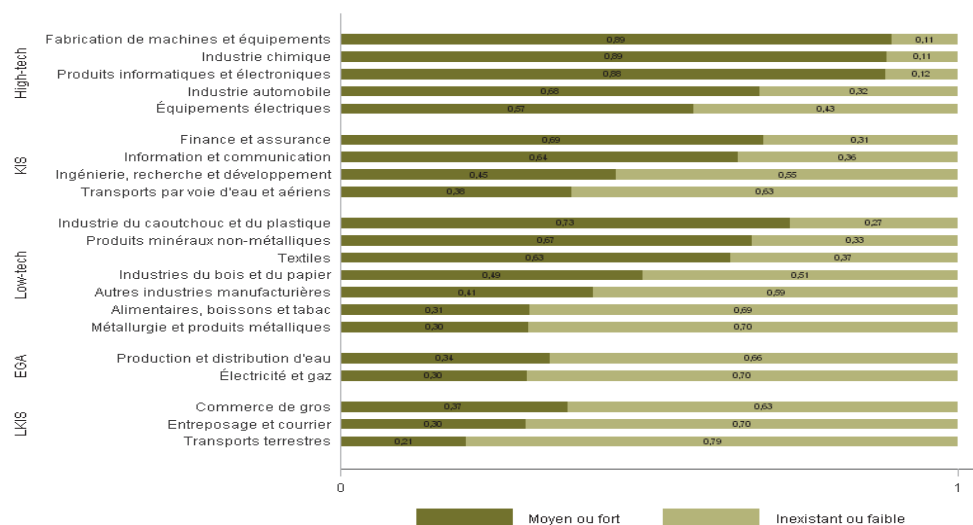
Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Sources d'information pour des activités d'innovation

Les figures 17, 18 et 19 montrent le degré d'importance des différentes sources d'information pour des activités d'innovation selon le secteur d'activité au cours de la période 2002-2010. Tout d'abord, indépendamment du secteur d'activité, les sources institutionnelles, c'est-à-dire provenant d'universités ou d'instituts de recherche publics, sont

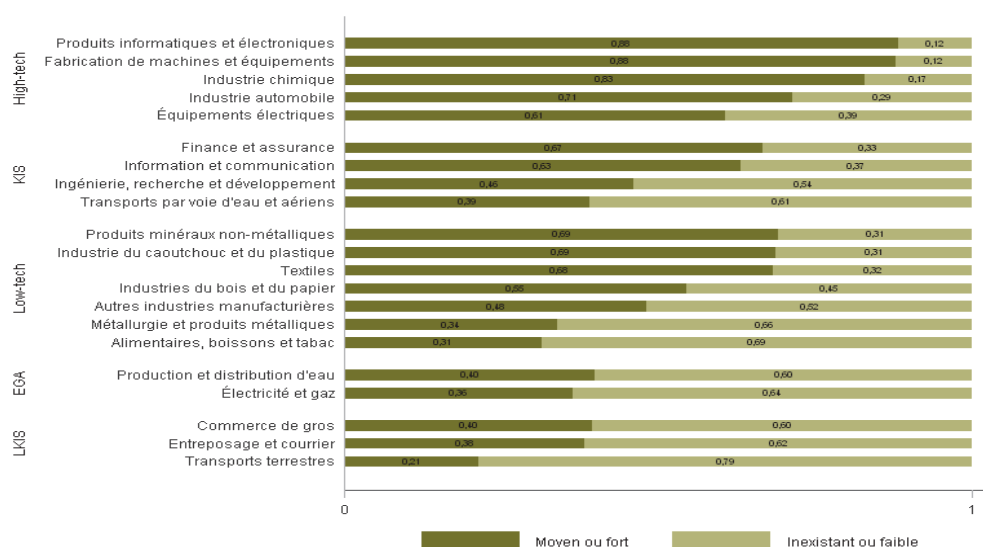
jugées moins importantes que les sources internes ou provenant du marché. Les sources internes proviennent de l'entreprise même ou du conglomérat auquel elle appartient tandis que les sources de marché proviennent des fournisseurs, des clients ou des entreprises concurrentes du même secteur. Par ailleurs, les sources d'information sont jugées plus importantes dans les industries manufacturières à haute technologie et dans une moindre mesure dans les secteurs d'activité à forte intensité de connaissance.

Figure 17: Importance des sources d'information internes pour les activités d'innovation (proportion d'entreprises dans chaque secteur d'activité au cours de la période 2002-2010)



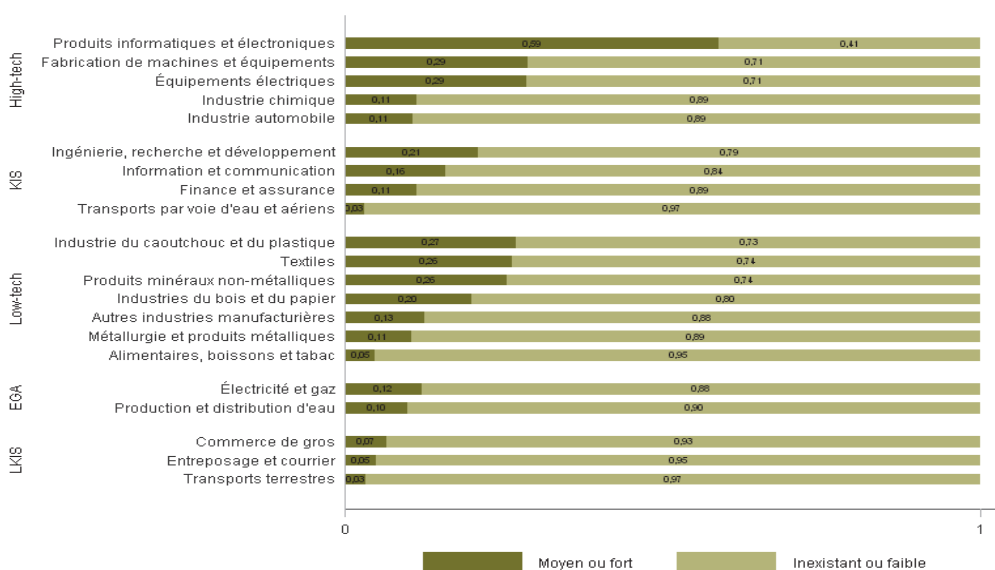
Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Figure 18: Importance des sources d'information provenant du marché pour les activités d'innovation (proportion d'entreprises dans chaque secteur d'activité au cours de la période 2002-2010)



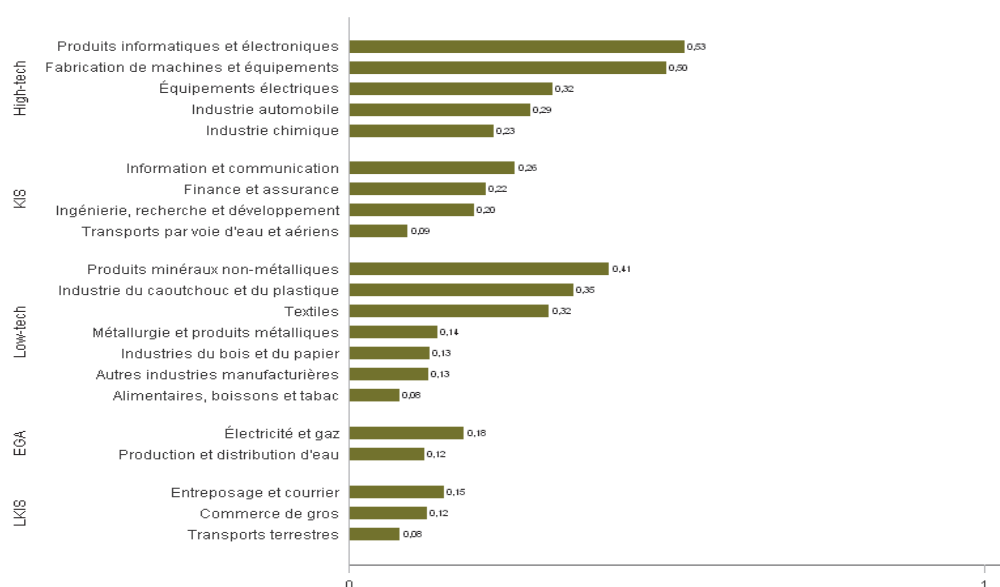
Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Figure 19: Importance des sources d'information institutionnelles pour les activités d'innovation (proportion d'entreprises dans chaque secteur d'activité au cours de la période 2002-2010)



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Figure 20: Importance de la coopération avec d'autres entreprises ou établissements pour les activités d'innovation (proportion d'entreprises dans chaque secteur d'activité au cours de la période 2002-2010)



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

La coopération pour des activités d'innovation

La figure 20 montre le pourcentage d'entreprises dans chaque industrie qui coopèrent avec d'autres entreprises ou établissements pour des activités d'innovation au cours de la période 2002-2010. Le niveau de coopération est significativement plus élevé dans les industries manufacturières à haute technologie même s'il est relativement faible en moyenne puisque Moins d'une entreprise sur cinq coopère avec d'autres entreprises ou établissements dans le cadre de ses activités d'innovation.

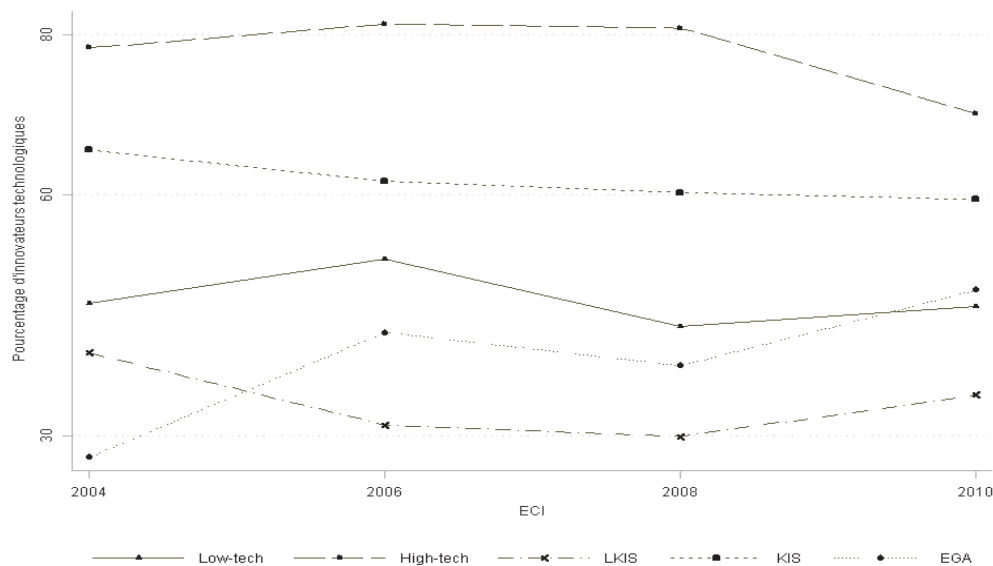
1.1.6 La dynamique de l'innovation technologique et non technologique

Le processus d'innovation est intrinsèquement dynamique et l'une de ces composantes dynamiques est la persistance. Cette dernière est définie comme la probabilité de s'adonner à des activités d'innovation à l'instant t sachant qu'on a des activités innovantes à l'instant $t-1$. Depuis les travaux pionniers de

Raymond (2007), de nombreux travaux empiriques analysant la persistance de l'innovation ont été réalisés à partir d'ECI. Nous pouvons citer en exemples les travaux de Roper et Hewitt-Dundas (2008) pour l'Irlande et l'Irlande du Nord, de Peters (2009) pour l'Allemagne, de Huergo et Moreno (2011) pour l'Espagne, de Raymond et al. (2013) pour la France et les Pays-Bas, et de Le Bas et Poussing (2014) pour le Luxembourg.

La figure 21 montre l'évolution du pourcentage d'innovateurs technologiques au cours de la période 2002-2010 selon le secteur d'activité. De manière générale, ce pourcentage est relativement constant ou diminue légèrement entre le début et la fin de la période, avec très peu de variations entre les deux, à l'exception du secteur EGA où il augmente de manière significative mais non monotone entre le début et la fin de la période. Ce pourcentage est également nettement supérieur dans le secteur high-tech et dans une moindre mesure dans le secteur KIS que dans les autres secteurs.

Figure 21: Evolution de la proportion d'innovateurs technologiques selon le secteur d'activité au cours de la période 2002-2010 (en %)

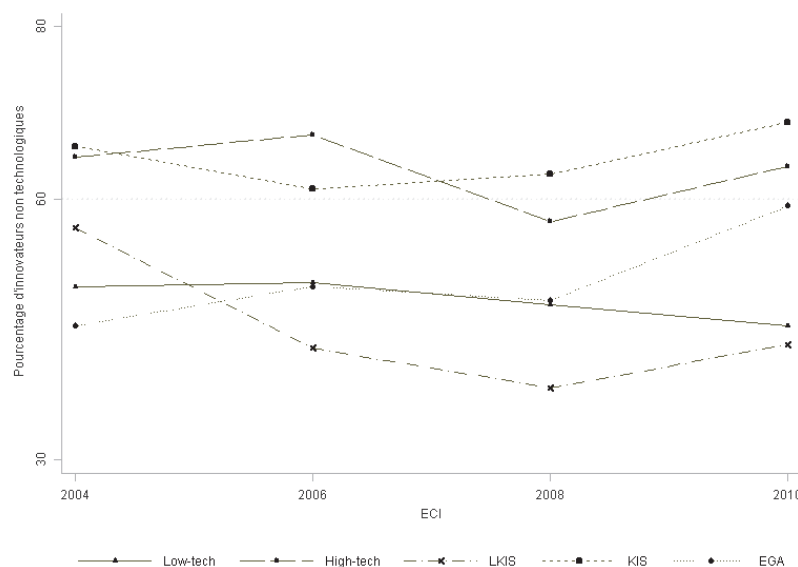


Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

La figure 22 montre l'évolution du pourcentage d'innovateurs non technologiques au cours de la même période selon le secteur d'activité. La différence entre les pourcentages d'innovateurs dans les secteurs high-tech et KIS d'une part et dans les autres secteurs d'autre part n'est plus aussi soutenue. L'on observe toujours de manière générale un pourcentage

d'innovateurs qui reste constant ou qui décroît légèrement entre le début et la fin de la période, à l'exception cette fois-ci du secteur LKIS où l'on observe une diminution significative du pourcentage d'innovateurs et du secteur EGA où l'on observe une augmentation significative de ce pourcentage.

Figure 22: Evolution de la proportion d'innovateurs non-technologiques selon le secteur d'activité au cours de la période 2002-2010 (en %)



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Le tableau 3 montre des probabilités de transition entre les statuts innovant et non innovant à l'instant

$t-1$ aux mêmes statuts à l'instant t . Une entreprise qui n'a pas innové à l'instant $t-1$ a plus de chance de ne

pas innover à l'instant t . De même, une entreprise qui a innové à l'instant $t-1$ est plus à même d'innover à l'instant t . En d'autres termes, les probabilités de conserver son statut au cours du temps sont plus élevées que celles d'en changer. Lorsqu'une entreprise change de statut entre les instants $t-1$ et t , la

probabilité de passer du statut d'entreprise non innovante à celui d'entreprise innovante est plus élevée que dans le cas contraire. La persistance de l'innovation, c'est-à-dire la probabilité de conserver son statut innovant est relativement plus élevé dans le cas de l'innovation technologique.

Tableau 3: Persistance de l'innovation technologique et non technologique à travers les probabilités de transition

Innovation technologique		Enquête communautaire sur l'innovation		
Instant $t-1$	Instant t	ECI 2004-ECI 2006	ECI 2006-ECI 2008	ECI 2008-ECI 2010
Non	Non	0.67	0.69	0.72
	Oui	0.33	0.31	0.28
Oui	Non	0.23	0.24	0.24
	Oui	0.77	0.76	0.76

Innovation non technologique		Enquête communautaire sur l'innovation		
Instant $t-1$	Instant t	ECI 2004-ECI 2006	ECI 2006-ECI 2008	ECI 2008-ECI 2010
Non	Non	0.60	0.63	0.65
	Oui	0.40	0.37	0.35
Oui	Non	0.32	0.34	0.29
	Oui	0.68	0.66	0.71

Source: analyse des auteurs. Données: périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 du ECI.

1.2. Deuxième partie: Analyse économétrique

Dans cette deuxième partie de l'analyse, nous allons estimer un modèle économétrique pour expliquer le comportement innovant des entreprises au Luxembourg au cours de la période 2002-2010. Nous utilisons comme variables expliquées l'introduction d'innovations technologiques et non technologiques, respectivement *tech* et *nontech*. Puisqu'on utilise des données de panel, des indices d'individu i et de temps t sont ajoutés à chaque variable. Les variables explicatives comprennent le comportement innovant à l'instant $t-1$ pour capter de la persistance et des facteurs d'incitations et de capacité des entreprises à innover, que l'on note par **facteurs**, définis dans la première partie de l'analyse. Ainsi, les moyennes conditionnelles du modèle s'écrivent sous la forme suivante:

$$E(\text{tech}_{it} | \dots) = f_1(\text{tech}_{i,t-1}, \text{nontech}_{i,t-1}, \text{facteurs}_{it}, \alpha_1, \mu_{1t}; \theta), \quad (1)$$

$$E(\text{nontech}_{it} | \dots) = f_2(\text{tech}_{i,t-1}, \text{nontech}_{i,t-1}, \text{facteurs}_{it}, \alpha_2, \mu_{2t}; \theta_2). \quad (2)$$

Les fonctions f sont des fonctions non linéaires des variables explicatives, les termes α et μ captent respectivement les effets spécifiques à l'entreprise que l'on approxime par des indicatrices d'industrie et les effets du temps pris en compte par l'inclusion

d'indicatrices temporelles. Les vecteurs θ du modèle contiennent les coefficients à estimer.¹

1.2.1 Les déterminants de l'innovation technologique et non technologique

Le tableau 4 montre les estimations des effets partiels moyens (EPM) du modèle et de leur écart-type après estimation par maximum de vraisemblance. Les déterminants de l'innovation technologique et non technologique sont estimés dans un cadre empirique unifié.

¹ Étant donné la nature dichotomique des variables explicatives, le modèle défini aux équations (1) et (2) est un modèle probit bivarié dynamique dont l'estimation se trouve expliquée dans des manuels d'économétrie classiques comme Greene et al. (2011)

Tableau 4: Estimation par maximum de vraisemblance des effets partiels moyens des déterminants de l'innovation technologique et non technologique

Variables dépendantes	Innovation technologique _t		Innovation non technologique _t	
	EPM	Écart-type	EPM	Écart-type
Incitations à innover				
Obstacles liés au marché _{t-1}	-0.020	0.027	-	-
Manque d'incitations _{t-1}	-0.060 [*]	0.028	-	-
Méthodes de protection				
formelles	0.082 [*]	0.034	-	-
stratégiques	0.201 ^{**}	0.036	-	-
Capacité d'innover				
Taille, log(employés)	0.043 ^{**}	0.013	0.072 ^{**}	0.014
% d'effectif ayant un				
[5%, 50%]	0.110 ^{**}	0.039	0.077 [†]	0.043
>50%	0.169 ^{**}	0.053	0.204 ^{**}	0.058
Statut de conglomérat				
Conglomérat local	0.051	0.037	0.014	0.043
Multinationale	-0.007	0.037	0.070 [†]	0.042
Intensité d'innovation _{t-1}	0.006 [*]	0.003	-	-
Coopération _{t-1}	0.090 [*]	0.037		
Dynamique de l'innovation				
Innovation technologique _{t-1}	0.141 ^{**}	0.039	0.107 ^{**}	0.037
Innovation non technologique _{t-1}	0.091 ^{**}	0.031	0.210 ^{**}	0.036
# observations	868			

Niveau de significativité: †: 10% *: 5% **: 1%

Source: analyse des auteurs. Données: périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 du ECI.

Les facteurs d'incitations les plus déterminants pour l'introduction d'innovations technologiques sont les méthodes de protection et la non-nécessité d'innover en raison d'innovations précédentes ou en l'absence de demande d'innovations. La méthode de protection des innovations, surtout la méthode stratégique, a un effet positif et significatif sur la probabilité d'introduire des innovations technologiques. Celle-ci augmente de 0,20 sur l'intervalle unitaire lorsqu'une entreprise utilise cette méthode. Le manque d'incitations dû à des innovations précédentes ou à l'absence de demande d'innovations diminue la probabilité d'innover de 0,06. La taille, le niveau de qualification des employés, l'intensité des dépenses d'innovation et la coopération avec d'autres acteurs pour des activités d'innovation, reflétant la capacité d'innover, sont les facteurs déterminants de l'innovation technologique. Par exemple, une augmentation de l'intensité des dépenses d'innovation de 10% à l'instant $t-1$ accroît la probabilité d'innover à l'instant t , c'est-à-dire deux ans plus tard, de 0,06 sur l'intervalle unitaire. Enfin, nous observons de la dynamique dans le comportement innovant. En d'autres termes, une entreprise qui a introduit des innovations technologiques ou non technologiques à

l'instant $t-1$ a plus de chance d'introduire des innovations technologiques à l'instant t . La probabilité d'introduire de telles innovations à l'instant t sachant que l'on a introduit des innovations technologiques ou non technologiques à l'instant $t-1$ augmente respectivement de 0,14 et de 0,09.

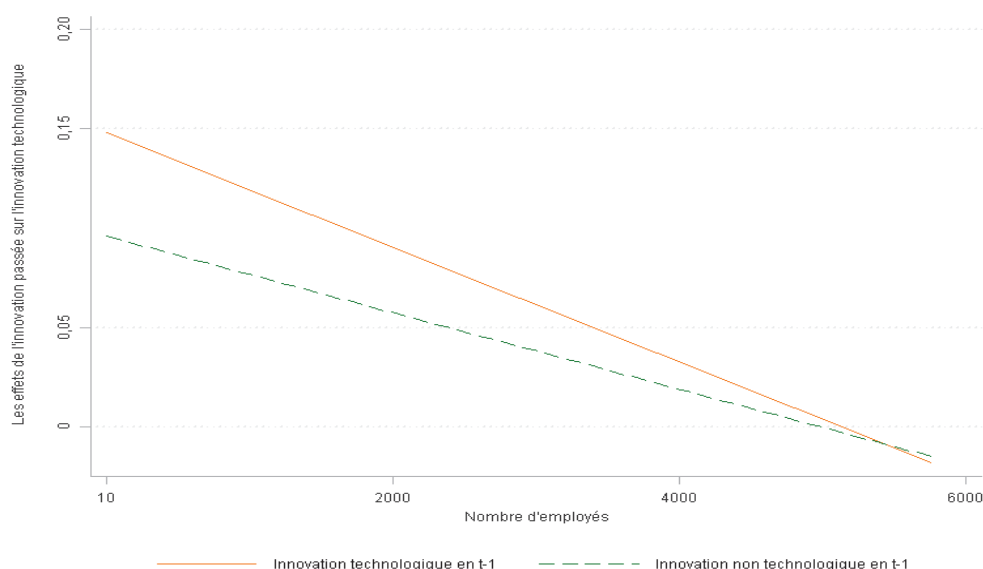
Quant à l'innovation non technologique, les grandes entreprises, celles qui possèdent un pourcentage élevé de personnel qualifié et celles qui appartiennent à une multinationale sont les plus susceptibles d'introduire des innovations organisationnelles ou de commercialisation. Comme il a été déjà signalé, l'ECI étant principalement orientée vers l'innovation technologique, possède beaucoup moins de questions relatives à l'innovation non technologique, d'où une liste plus réduite de variables indépendantes pour expliquer l'innovation non technologique. Toutefois, comme pour l'innovation technologique, l'introduction d'innovations non technologiques dépend de manière significative du comportement innovant passé.

1.3. Conclusions et recommandations de politique économique

Les figures 23 et 24 montrent les effets de l'innovation passée sur l'innovation présente selon la taille au cours de la période 2002-2010.

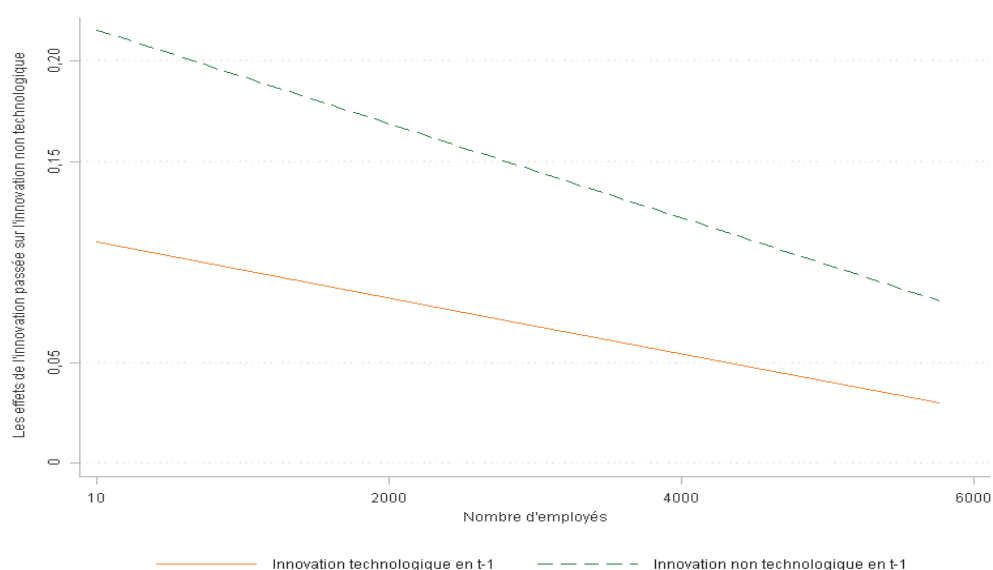
Les effets dynamiques de l'innovation, en particulier la persistance, diminuent avec la taille de l'entreprise. En d'autres termes, les petites et moyennes entreprises, même si elles ont moins de moyens pour entreprendre des activités d'innovation, sont plus susceptibles d'innover à l'instant t si elles ont déjà innové à l'instant $t-1$.

Figure 23: Les effets de l'innovation passée sur l'innovation technologique présente selon la taille de l'entreprise au cours de la période 2002-2010



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Figure 24: Les effets de l'innovation passée sur l'innovation non technologique présente selon la taille au cours de la période 2002-2010



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Puisque la rentabilité de l'entreprise et sa capacité d'innover de manière persistante sont très fortement liées (Cefis et Ciccarelli, 2005), et que l'innovation conditionne la survie même de l'entreprise (Cefis et Marsili, 2005), toute mesure incitative d'innovation de la part des décideurs publics, telle que les crédits d'impôt, devrait de préférence cibler les PME au détriment des grandes et très grandes entreprises.

1.4. Annexe technique: Le rôle de l'innovation dans la performance économique

L'innovation n'est pas une fin en soi. Les entreprises qui s'y adonnent ont pour objectif principal d'améliorer leur performance économique. Nombreuses sont les études qui trouvent une relation positive entre l'innovation technologique et la performance économique mesurée par la productivité (Crépon et al., 1998; Parisi et al., 2006), la rentabilité (Cefis et Ciccarelli, 2005) ou la croissance du chiffre d'affaires (Klomp et van Leeuwen, 2001). Moins nombreuses en revanche sont celles qui prennent en compte l'innovation non technologique dans une telle relation. Les études de Schmidt et Rammer (2007) et de Polder et al. (2010) constituent des exceptions mais ne quantifient nullement les effets des deux types d'innovation sur la performance.

Notre approche permet de quantifier dans un cadre unifié non seulement les effets exclusifs des deux types d'innovation mais encore l'effet de leur combinaison. Nous utilisons le taux de croissance du chiffre d'affaires comme mesure de performance économique.

Le cadre empirique comprend les équations (1) et (2) et une équation de performance économique définie de la façon suivante:

$$E(\ln y_{it} | \dots) = f_3(\text{tech}_{it}, \text{nontech}_{it}, \text{tech}_{it} \times \text{nontech}_{it}, \text{contrôles}_{it}, \alpha_3, \mu_3; \theta_3) \quad (3)$$

où $\ln y_{it}$ note le taux de croissance du chiffre d'affaires, **contrôles** est un vecteur de variables de contrôles, α_3 et μ_3 captent respectivement les effets spécifiques à l'entreprise et au temps, et θ_3 est un vecteur de coefficients à estimer. En incluant l'interaction $\text{tech}_{it} \times \text{nontech}_{it}$ dans la moyenne conditionnelle, nous isolons l'effet exclusif de l'innovation technologique, celui de l'innovation non technologique et l'effet de leur combinaison. L'estimation en deux étapes et le calcul des trois types d'effet sont expliqués en détail dans Azomahou et al. (2014).

Tableau 5: Estimation en deux étapes des effets partiels moyens sur le taux de croissance du chiffre d'affaires pour chaque type d'innovation

Variable dépendante	Taux de croissance du chiffre d'affaires	
	Effet Partiel Moyen	Écart-type
Innovation technologique exclusive	-0.151	0.082
Innovation non technologique exclusive	-0.039	0.077
Combinaison des deux types d'innovation	0.254*	0.101
# observations	868	

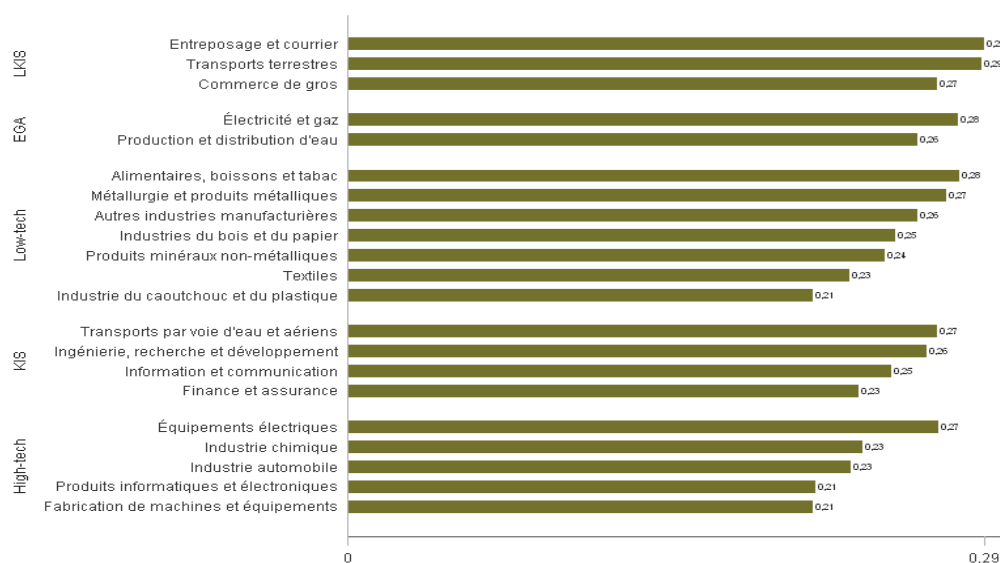
Niveau de significativité: *: 5%

Source: analyse des auteurs. Données: périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 du ECI.

Le tableau 5 montre les effets exclusifs des deux types d'innovation et l'effet de leur combinaison sur le taux de croissance du chiffre d'affaires des entreprises. L'on observe que la performance économique ne s'améliore

que pour les entreprises qui s'adonnent aux deux types d'innovation. *Ceteris paribus*, le taux de croissance de ces entreprises augmente de 0,25 point de pourcentage.

Figure 25: Effet partiel moyen sur le taux de croissance du chiffre d'affaires lorsque les deux types d'innovation sont combinés et selon le secteur d'activité



Source: ECI périodes 2002–2004, 2004–2006, 2006–2008 et 2008–2010 – Analyse des auteurs.

La figure 25 montre l'effet de la combinaison des deux types d'innovation sur le taux de croissance selon le secteur d'activité. Les entreprises des secteurs les moins innovants, c'est-à-dire LKIS, EGA et low-tech,

ont un plus fort potentiel de croissance sous l'influence des deux types d'innovation. Toute politique incitative de croissance à travers l'innovation devrait donc cibler de préférence ces secteurs.

1.5. Références

AGARWAL, R., AUDRETSCH, D. B., 2001. Does entry size matter? The impact of the life cycle and technology on firm survival. *Journal of Industrial Economics* 49, 21–43.

ALLEGREZZA, S., 1992. Recherche et innovation dans les entreprises luxembourgeoises. L'influence de la taille et de la pression de la concurrence, *Cahiers d'Économie, Séminaire d'Économie, Centre Universitaire, Luxembourg*.

AMARA, N., LANDRY, R., 2005. Sources of information as determinants of novelty of innovation in manufacturing firms: Evidence from the 1999 statistics Canada innovation survey. *Technovation* 25, 245–259.

ARROW, K. J., 1962. Economic welfare and the allocation of resources for invention. In: Nelson, R. (Ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton University Press (for NBER), pp. 609–626.

AZOMAHOU, T., DIALLO, F., RAYMOND, W., 2014. The harmony of programs package: Quasi-experimental evidence on deworming and canteen interventions in rural Senegal. *UNU-Merit Working Paper Series #2013-050*.

BECKER, W., DIETZ, J., 2004. R&D cooperation and innovation activities of firms—Evidence for the German manufacturing industry. *Research Policy* 33, 209–223.

BLACK, S. E., LYNCH, L. M., 2001. How to compete: The impact of workplace practices and information technology on productivity. *Review of Economic Statistics* 83, 434–445.

BRESCHI, S., MALERBA, F., ORSENIGO, L., 2000. Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation. *Economic Journal* 110, 388–410.

- BROUWER, E., KLEINKNECHT, A. H., 1996. Determinants of innovation: A micro econometric analysis of three alternative innovative output indicators. In: Kleinknecht, A. H. (Ed.), *Determinants of Innovation: The Message from New Indicators*. Macmillan Press, London, pp. 99–124.
- CEFIS, E., CICCARELLI, M., 2005. Profit differentials and innovation. *Economics of Innovation and New Technology* 14, 43–61.
- CEFIS, E., MARSILI, O., 2005. A matter of life and death: Innovation and firm survival. *Industrial and Corporate Change* 14, 1167–1192.
- CRÉPON, B., DUGUET, E., KABLA, I., 1996. Schumpeterian conjectures: A moderate support from various innovation measures. In: Kleinknecht, A. H. (Ed.), *Determinants of Innovation: The Message from New Indicators*. Macmillan, London, pp. 63–984.
- CRÉPON, B., DUGUET, E., MAIRESSE, J., 1998. Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology* 7, 115–158.
- GREENE, W., AZOMAHOU, T., NGUYEN VAN, P., RAYMOND, W., SCHACTER, D., 2011. *Économétrie*. Pearson Education France.
- GRILICHES, Z., 1979. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of Economics* 10, 92–116.
- GRILICHES, Z., MAIRESSE, J., 1984. Productivity and R&D at the firm level. In: Griliches, Z. (Ed.), *R&D, Patents and Productivity*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 339–374.
- HOLLENSTEIN, H., 1996. A composite indicator of a firm's innovativeness. An empirical analysis based on survey data for Swiss manufacturing. *Research Policy* 25, 633–645.
- HUERGO, E., MORENO, L., 2011. Does history matter for the relationship between R&D, innovation and productivity. *Industrial and Corporate Change* 20, 1335–1368.
- KLEINKNECHT, A., BAIN, D., 1993. *New Concepts in Innovation Output Measurement*. Palgrave Macmillan, London.
- KLOMP, L., VAN LEEUWEN, G., 2001. Linking innovation and firm performance: A new approach. *International Journal of the Economics of Business* 8, 343–364.
- LE BAS, C., POUSSING, N., 2014. Are complex innovators more persistent than single innovators? An empirical analysis of innovation persistence drivers. *International Journal of Innovation Management* 18, 1–21.
- MAIRESSE, J., MOHNEN, P., 2010. Using innovation surveys for econometric analysis, NBER Working Paper No. 15857.
- OECD, 2005. *Oslo Manual, Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition. OECD Publishing, Paris.
- PAKES, A., GRILICHES, Z., 1980. Patents and R&D at the firm level: A first report. *Economics Letters* 5, 377–381.
- PARISI, M. L., SCHIANTARELLI, F., SEMBENELLI, A., 2006. Productivity, innovation and R&D: Micro evidence for Italy. *European Economic Review* 50, 2037–2061.
- PETERS, B., 2009. Persistence of innovation: Stylised facts and panel data evidence. *Journal of Technology Transfer* 34, 226–243.
- POLDER, M., VAN LEEUWEN, G., MOHNEN, P., RAYMOND, W., 2010. Product, process and organizational innovation: Drivers, complementarity and productivity effects, uNU-MERIT, Working Paper Series #2010-35.

- RAYMOND, W., 2007. The Dynamics of Innovation and Firm Performance: An Econometric Panel Data Analysis. Universitaire Pers Maastricht.
- RAYMOND, W., MAIRESSE, J., MOHNEN, P., PALM, F., 2013. Dynamic models of R&D, innovation and productivity: Panel data evidence for Dutch and French manufacturing, NBER Working Paper 19074.
- RAYMOND, W., PLOTNIKOVA, T., 2014. How does firms' perceived competition affect technological innovation in Luxembourg, Working Papers du STATEC (forthcoming).
- ROPER, S., HEWITT-DUNDAS, N., 2008. Innovation persistence: Survey and case-study evidence. Research Policy 37, 149–162.
- SCHERER, F., 1967. Market structure and the employment of scientists and engineers. American Economic Review 57, 524–531.
- SCHMIDT, T., RAMMER, C., 2007. Non-technological and technological innovation: Strange bedfellows?, ZEW, Discussion Paper No. 07-052.
- SCHUMPETER, J. A., 1942. Capitalism, Socialism and Democracy. Harper and Brothers, New York.
- TOMLINSON, P. R., 2010. Co-operative ties and innovation: Some new evidence for UK manufacturing. Research Policy 39, 762–775.
- VEUGELERS, R., CASSIMAN, B., 2004. Foreign subsidiaries as a channel of international technology diffusion: Some direct firm level evidence from Belgium. European Economic Review 48, 455–476.
- VINDING, A. L., 2006. Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. Economics of Innovation and New Technology 15, 507–517.

2. Typologie des déposants de demandes de brevet luxembourgeois

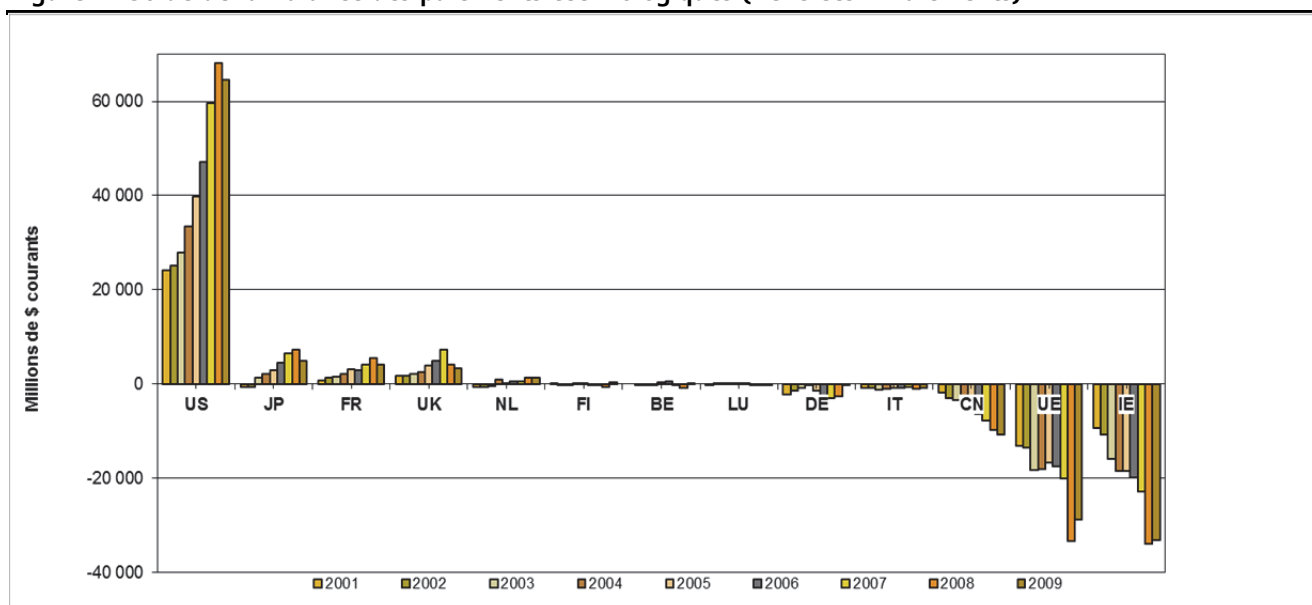
Leila BEN AOUN – PELTIER, Anne DUBROCARD, Céline LAGROST, Severine PERBAL

(Publié dans «Bilan de la Compétitivité 2011» chap.9 pp. 213-238)

Dans l'économie de la connaissance la croissance des firmes comme celle des nations dépend de plus en plus étroitement de la capacité d'innovation des acteurs privés et publics. Selon la Banque Mondiale (2008), la diffusion technologique a des effets cumulatifs positifs importants sur l'efficacité générale de l'économie. La diffusion de technologies dans l'économie accroît la capacité d'absorption d'un pays et sa capacité à attirer de nouvelles technologies qui, à son tour, se diffusent d'autant mieux et améliore l'efficacité générale. Ainsi, la capacité d'innover et les moyens de la favoriser deviennent un enjeu majeur des politiques structurelles. Une mesure de performance utilisée pour rendre compte de la compétitivité des pays en la matière est le solde de la balance des paiements technologiques. «Les redevances et droits de permis [qui] sont des paiements et rentrées entre des résidents et non-résidents pour l'utilisation autorisée d'actif intangible, non produit et non financier et des droits patrimoniaux (tels que les brevets, les droits d'auteur...)» sont mis à disposition pour l'ensemble des

pays sur le site de la Banque Mondiale. Les montants payés et reçus par un petit nombre de pays choisis ont été extraits pour la période 2001 à 2009. Le solde de la balance des paiements technologiques est positif sur l'ensemble de la période 2001 à 2009 aux Etats-Unis, au Japon et au Royaume-Uni. Il est très élevé et dépasse 60 milliards de dollars depuis 2007 aux Etats-Unis. Il est faible, stable et quasi nul, c'est à dire équilibré, au Luxembourg. Enfin, il est négatif pour l'Union Européenne sur l'ensemble de la période et le déficit dépasse 40 milliard de dollars depuis 2007. Ce solde est largement imputable à l'Irlande dont les filiales de groupes étrangers – notamment les groupes informatiques étatsuniens – travaillent principalement sous licences pour leur maison mère. En revanche, les résultats décevants de l'Allemagne tiennent plus probablement de pratiques différentes et moins systématiques en matière de gestion de la propriété intellectuelle (Rémi Lallement in Guellec et al 2010). Ainsi, les moyens d'accroître les capacités d'innovation et leur visibilité dans les pays relèvent notamment de la gestion de la propriété intellectuelle.

Figure 1: Solde de la Balance des paiements technologiques (Rentrées – Paiements)¹



Source: Banque Mondiale Redevances et droit de permis, paiements (BDP, \$ US courants); rentrées (BDP, \$ US courants)

¹ (Banque Mondiale <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/BM.GSR.ROYLCD>)

Selon l'Office Mondial de la Propriété Intellectuelle (OMPI), l'expression "propriété intellectuelle" désigne les œuvres de l'esprit comme les inventions, les œuvres littéraires et artistiques, et les symboles, noms, images et dessins et modèles utilisés dans le commerce. La propriété intellectuelle recouvre deux types d'outils: la propriété industrielle incluant les brevets, d'une part, et le droit d'auteur d'autre part. Parmi les outils de gestion de la propriété intellectuelle, le brevet est un des mécanismes visant à définir et faire respecter les droits de propriété sur la création intellectuelle. Ce type de mécanisme est rendu nécessaire car la production de connaissances est caractérisée par des coûts marginaux nuls.

Le brevet est un titre de propriété intellectuelle délivré par les Offices nationaux ou régionaux (ex. l'Office Européen des Brevets – OEB) afin de protéger une invention nouvelle impliquant une activité inventive et susceptible d'application industrielle. Un brevet confère à son déposant une série de droits exclusifs pour une durée limitée (généralement 20 ans), pendant laquelle son titulaire peut exploiter commercialement son invention. En contrepartie, le déposant est tenu de divulguer son invention au public, de manière à permettre à d'autres personnes du métier de la reproduire (OMPI, 2010). Par conséquent, le brevet confère à son détenteur une position de monopole temporaire pour garantir un bénéfice aux producteurs de connaissance et constitue un mécanisme d'incitation.

Hall (1998) «explore l'explosion des brevets» aux Etats-Unis. L'analyse de séries issues de la base de brevets états-unienne (USPTO) fait apparaître une rupture de tendance intervenue dès 1986 dans l'utilisation de ce type de protection intellectuelle. Dans certains secteurs technologiques, cette rupture qui se traduit par une augmentation brutale du nombre de dépôts de demandes de brevet s'accompagne d'un accroissement moins que proportionnel des dépenses de R&D, en particulier dans les domaines électrique et informatique. Selon l'auteur, les progrès accomplis dans la gestion de la R&D contribuent en partie seulement à expliquer ce phénomène d'accélération. Une autre explication consiste à considérer que pour les firmes nouvelles sur le marché, en particulier dans les industries complexes telle que l'électronique, les brevets sont devenus un signal important de viabilité des firmes dont les actifs sont principalement intangibles.

Dix ans plus tard, Foray (2009) constate les mêmes évolutions à l'œuvre en Europe. Ainsi, «le brevet apparaît comme un mécanisme qui au-delà de sa fonction d'exclusion/protection, est un fournisseur

potentiel d'informations sur les activités d'innovation et permet d'améliorer leur coordination». L'auteur identifie deux tendances majeures à l'œuvre.

- La première correspond à une forte augmentation du nombre de brevets notamment dans les nouveaux domaines technologiques. Elle résulte d'une forte croissance des demandes alliée à un taux d'octroi stable.
- Le fait que ces brevets de plus en plus complexes au vu de l'augmentation du nombre de revendications ont fait irruption dans la recherche scientifique constitue une seconde tendance majeure.

Foray (2009) souligne enfin que les comportements stratégiques sont devenus dominants dans plusieurs industries. En effet, le brevet crée un droit transférable et peut donc être vendu. De la sorte, un ensemble de brevets constitue un portefeuille d'actifs intangibles qu'il convient de gérer comme tel et on assiste à une «séparation entre invention et actifs permettant sa mise en œuvre économique» (Guellec et Aghion 2010). Selon leur rapport sur «les marchés de brevets dans l'économie de la connaissance», cette séparation rend les actifs plus liquides et donc améliore la circulation des technologies. Or, lorsque la circulation des technologies est facilitée, les gains de productivité se diffusent plus rapidement dans l'économie mais également dans les activités d'invention.

L'approfondissement de la division du travail, l'accès facilité aux sources de la connaissance à travers notamment les modes d'innovation dits «ouverts» combinés à de nouveaux modes de financement de la recherche aboutissent de fait à de nouveaux modèles d'affaires pour la production d'innovation et l'organisation de la R&D.

Trois grands champs de questionnement traversent les travaux de recherche engagés depuis une quinzaine d'années au États-Unis et plus récemment en Europe:

1. Est-ce que les demandes de brevets constituent des indicateurs pertinents des activités de R&D et un bon proxy de leurs résultats en termes d'innovation?¹. Rappelons que selon l'enquête innovation conduite en 2007² au Luxembourg, 50% seulement des entreprises innovantes font appel à des méthodes de protection formelle de leur propriété intellectuelle.

¹ Voir C.H.Di Maria (2007) pour une présentation des limites de l'indicateur brevets comme proxy de l'innovation

² Enquête Communautaire sur l'Innovation 2004-2006

2. Quelle est la valeur des brevets? Si les brevets sont des actifs intangibles, pour les gérer, il faut disposer de méthodes d'évaluation à même d'attribuer une valeur potentielle à un ensemble d'intangibles dont une part ne seront jamais exploités ni même exploitables; Foray (2009) estime qu'au moins un tiers des portefeuilles de brevets ne fera jamais l'objet de licence. Dès lors, de nombreuses études visent à proposer des méthodes visant à identifier les caractéristiques des brevets susceptibles d'apports réellement nouveaux et d'innovations radicales.

3. Finalement, les recherches récentes s'intéressent spécifiquement aux conditions et institutions qui permettent de balancer de façon optimale les coûts et les bénéfices des mécanismes d'incitation pour la société dans son ensemble. La transformation du contexte légal et institutionnel, la mise en place d'un brevet européen et des moyens de contrôle confiés aux Offices de brevets (Van Pottelsberghe 2010) ou le développement de places de marché de brevets efficaces sont quelques-uns des outils institutionnels envisagés et fréquemment étudiés dans la période récente (Hargreaves.2011).

Toutefois, les solutions – indépendamment des difficultés liées à leurs mises en œuvre – peuvent avoir des effets ambigus. Guellec et al. considèrent que les fonds de brevets (pool) constituent à la fois un instrument puissant pour allouer de façon efficace les investissements de R&D et, à la fois, contribuent à ériger des barrières à l'entrée. Les firmes comme les secteurs d'activités peuvent ainsi constituer des rentes et les pays en faire une utilisation offensive ou «techno-protectionniste».

L'ambition du travail réalisé ici, est de contribuer à la connaissance des mécanismes à l'œuvre au Luxembourg à travers la définition affinée d'indicateurs portant sur la stratégie des déposants luxembourgeois en matière de propriété intellectuelle. La caractérisation des déposants luxembourgeois en matière de propriété intellectuelle est utile au repérage des tendances à l'œuvre au niveau international qui se retrouvent dans le contexte luxembourgeois. Ce travail est d'autant plus utile qu'il s'inscrit dans un contexte législatif et réglementaire qui a connu d'importantes mutations ces dernières années. En effet, de nouvelles lois ont été promulguées:

- la loi du 22 décembre 2006 abrogeant la loi modifiée du 31 juillet 1929 sur le régime fiscal des sociétés de participations financières,
- le règlement grand-ducal du 21 décembre 2007 portant exécution de l'article 50bis, alinéa 6 de la loi modifiée du 4 décembre 1967 concernant l'impôt sur le revenu,
- la loi du 5 juin 2009 ayant pour objet la promotion de la recherche, du développement et de l'innovation,
- la loi du 26 octobre 2010 portant réorganisation de la Chambre de Commerce.

Ces nouvelles lois et règlements sont encore trop récents pour en mesurer tout l'impact dans cette étude, toutefois la lecture des résultats présentés maintenant doit se faire en gardant ces éléments à l'esprit.

Cette contribution a été réalisée dans le cadre d'un projet commun entre le Centre de Recherche Public Henri Tudor et le STATEC (Institut national de la statistique et des études économiques – Luxembourg). Elle vise à établir des modèles de gestion de la propriété intellectuelle des entreprises luxembourgeoises à partir de l'étude des unités luxembourgeoises ayant déposées au moins une demande de brevet entre 2000 et 2009. L'analyse est donc réalisée au niveau des entreprises et organismes déposants.

Un «déposant» est défini comme toute personne physique ou morale qui dépose une demande de brevet¹. Une demande de brevet peut être acceptée ou refusée après un long délai, parfois plusieurs années et un brevet obtenu peut être utilisé ou pas. Enfin, il peut être utilisé pour produire directement par le propriétaire ou pour faire produire contre paiement de redevances. La disponibilité et l'exhaustivité des demandes de brevets en font une source d'information incontournable. Largement utilisé dans les études internationales, il reste considéré comme un bon proxy pour mesurer la capacité d'innovation des pays et des secteurs d'activités.

¹ Une demande peut être déposée par plusieurs déposants à la fois. Le déposant dont le nom figure en premier dans la demande est réputé être le propriétaire de la demande et est utilisé pour construire les statistiques de la propriété intellectuelle figurant dans l'étude réalisée.

2.1. Méthode et données

Le plus souvent, les études relatives aux brevets s'appuient exclusivement sur des séries de données issues de la gestion des demandes de brevets. L'apport principal de la démarche mise en œuvre repose sur la construction d'une base de données originale combinant des informations provenant de deux sources distinctes: d'une part, une extraction des demandes de brevets déposées par des entités luxembourgeoises issues de la base EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT), et, d'autre part, une extraction contenant certaines caractéristiques économiques du déposant référencé dans le Répertoire des entreprises tenu par le STATEC.

La base de données ainsi constituée est utilisée pour dresser une typologie des déposants en s'appuyant notamment sur un outil d'analyse bibliométrique¹ mettant en lumière certains aspects des comportements des acteurs. Ce type de méthodes – qui furent d'abord utilisées pour mesurer l'activité scientifique² – est également appliqué à la mesure de l'activité technique en utilisant comme source d'information les documents brevets. Ces travaux répondent le plus souvent à des demandes provenant d'instituts nationaux d'évaluation. Ils visent à comparer des pays les uns par rapport aux autres, (Rostaing, 1996). Depuis le développement de la veille technologique – ils sont également utilisés pour positionner des entreprises par rapport à leurs concurrents. Ils permettent enfin, de suivre l'évolution des demandes de brevet, les partenariats établis et l'étendue territoriale de leurs protections intellectuelles. Les indicateurs retenus dans cette publication sont des indicateurs micro-économiques de portée nationale complémentaires aux indicateurs brevets d'Eurostat, de l'OMPI ou de l'OEB.

2.1.1 Les brevets selon PATSTAT

La base de données PATSTAT est une base développée par l'OEB et distribuée aux organisations gouvernementales, intergouvernementales et aux institutions académiques. La première version de la base de données PATSTAT a été éditée en 2005 et est, depuis, mise à jour deux fois par an en avril et septembre. Elle comporte 18 tables liées par des identifiants communs. La présente étude est réalisée

sur la période 2000–2009 avec des données brevet extraites de la base PATSTAT d'octobre 2009.

Les brevets sélectionnés correspondent aux brevets de déposants luxembourgeois. Pour une personne morale, le déposant est défini et identifié par l'adresse du siège social de l'entreprise titulaire du droit à la date de dépôt tandis que pour une personne physique, il s'agit du lieu de son domicile³. Ces critères génèrent un corpus de 5 681 demandes de brevets. Ces comptages de brevets par pays de résidence du demandeur renseignent sur la «propriété» ou le contrôle de l'invention (c'est-à-dire le nombre de brevets détenus par les résidents de chaque pays). Ils sont utilisés pour rendre compte des performances des entreprises d'un pays donné en matière d'innovation. Toutefois, il est important de rappeler ici que le déposant est à différencier de l'inventeur qui peut être localisé aussi bien au Luxembourg que dans un pays tiers⁴.

Les brevets retenus dans le corpus sont décrits selon trois critères principaux: l'année de priorité, leur famille INPADOC⁵ et les codes CIB⁶ référencés dans les demandes:

- 1 L'année de référence choisie pour l'analyse des données brevet de cette étude est **l'année de priorité**. La date de priorité est la date du premier dépôt d'une demande de brevet effectué, où que ce soit dans le monde (généralement auprès du bureau des brevets du pays du demandeur), en vue de protéger une invention. La date de priorité sert à déterminer la nouveauté de l'invention (OCDE, 2009). De ce fait, elle constitue une des dates les plus significatives; c'est la date la plus proche de la date de l'invention (OCDE, 2009). Les années de priorité des brevets sélectionnés sont comprises entre 2000 et 2009. Toutefois, comme le délai de publication des demandes est d'environ 18 mois, les demandes extraites de la base

³ La sélection de la localisation du déposant est réalisée dans la base PATSTAT en précisant le code pays «LU» dans le champ d'interrogation «PERSON_CTRY_CODE».

⁴ L'analyse des inventeurs domiciliés au Luxembourg constitue une autre approche qu'il conviendra de conduire ultérieurement.

⁵ Ensemble de demandes de brevets apparentées déposées dans un ou plusieurs pays en vue de protéger la même invention ou une invention similaire

⁶ CIB: Classification Internationale des Brevets – Système de classement des brevets reconnu sur le plan international qui subdivise la technologie en sections, classes, sous-classes et groupes en fonction des éléments techniques figurant dans les demandes de brevets (Office Mondiale de la Propriété Intellectuelle 2010)

¹ On définit la bibliométrie comme l'application de méthodes statistiques et mathématiques sur des ensembles de références bibliographiques, (Rostaing, 1996).

² Les premiers travaux remontent à Cole et Eales qui en 1917 étudie la production scientifique en anatomie, (Cole & Eales, 1917)

PATSTAT en 2009 ne sont pas exhaustives des demandes déposées pour les années 2008 et 2009. Il convient donc d'être prudent dans l'utilisation et l'interprétation des résultats en fin de période. Dans la suite du document, les graphiques en évolution s'appuient donc sur les données relatives aux années 2000 à 2007 seulement, tandis que les autres statistiques et indicateurs sont calculés sur l'ensemble de la base.

- 2 Pour ce qui concerne le corpus qui nous occupe, les brevets peuvent par ailleurs être distingués selon leur **famille INPADOC**. Cette catégorisation permet de discerner le nombre d'inventions protégées par des déposants luxembourgeois (ce qui est différent du nombre de demandes de brevets réalisées par des déposants luxembourgeois).
- 3 Enfin, les brevets sont caractérisés d'après les codes CIB référencés dans les demandes de brevets. Ils rendent compte du domaine de technologie de l'innovation proposée. La version de la nomenclature CIB utilisée comme référence dans cette étude est celle du 1^{er} janvier 2006.

2.1.2 Les entreprises selon le Répertoire

Les données extraites de la base PATSTAT relatives aux brevets ont été complétées par des informations économiques descriptives des unités concernées. Ces données sont issues du Répertoire des entreprises du Service central de la statistique et des études économiques (STATEC) qui répertorie, de façon exhaustive, les différents types d'unités exerçant une activité économique contribuant au produit intérieur brut. Les types d'unités usuellement distingués dans les Répertoires d'entreprises nationaux sont: les entreprises, les unités légales, les unités locales, les groupes d'entreprises. Pour le Luxembourg, la base de données comporte une trentaine de tables, mises à jour à partir de diverses sources, essentiellement administratives. Elle fournit un identifiant unique pour chaque unité et lui attribue un code d'activité économique selon la nomenclature NACELUX NACELUX Rév. 2 en fonction de l'activité principale exercée. Elle comporte également des informations relatives à leur statut pour une année donnée (actif/inactif pour les entités disparues), à leur forme juridique et à l'évolution de leurs activités en termes d'emplois ou de chiffre d'affaires. Ainsi, le Répertoire collecte également pour les entreprises déposantes

luxembourgeoises qui nous occupent, les informations suivantes: la date de constitution¹, le code d'activité, l'emploi et le chiffre d'affaires ainsi qu'un identifiant permettant de repérer l'unité de façon unique².

- **La date de constitution** correspond à l'année de création de la forme juridique, elle ne doit pas être confondue avec l'année de naissance de l'entreprise qui a pu être antérieure mais avec un statut différent. Toutefois, en l'absence d'année de naissance, c'est le meilleur proxy donnant dans la majorité des cas une bonne idée de l'ancienneté de la structure. Une attention particulière a été portée «jeunes entreprises», c'est à dire aux structures qui ont moins de cinq ans au moment de leur dépôt de demande de brevet. Cette définition implique qu'une unité peut avoir été créée pour porter ou utiliser de futurs brevets et dont la date de dépôt de demande est antérieure à la date de création.
- Le code d'activité attribué par le STATEC décrit l'activité principale de l'unité. Le nouveau code NACELUX Rév.2³ en cours de déploiement dans les bases de données a été recueilli tel qu'enregistré à la date de juillet 2010.
- Des données d'emploi et de chiffres d'affaires bruts sont également disponibles. Non publiables tels quels pour des raisons de confidentialité⁴, elles ont été affectées d'une classe de taille.

2.1.3 Fusion des données PATSTAT et répertoire

Une fois l'extraction des données brevets issues de la base PATSTAT réalisée, il s'agit de procéder à la fusion des données brevet avec les caractéristiques

¹ L'année de constitution est l'année au cours de laquelle l'entreprise a été créée et enregistrée auprès des autorités compétentes. C'est à dire l'année à laquelle les actes constitutifs de l'entreprise ont été signés et enregistrés auprès de l'Administration de l'enregistrement et des domaines du Luxembourg.

² Les unités sont identifiées par leur nom normalisé et un numéro d'entreprise, identifiant de façon unique l'entreprise considérée.

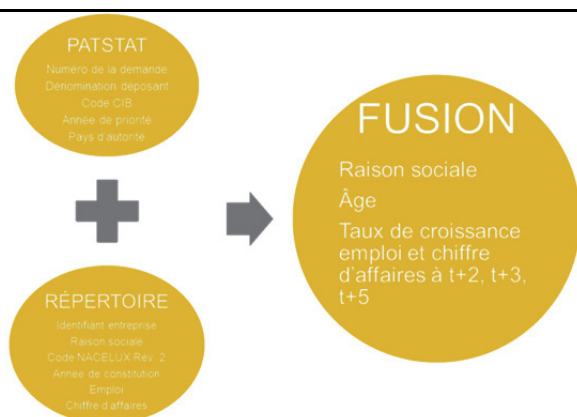
³ Nomenclature complète disponible sur <http://www.statistiques.public.lu>.

⁴ Des variables complémentaires ont été construites: le taux de croissance de l'emploi deux ans, trois ans et cinq ans après la date de priorité et le taux de croissance du chiffre d'affaires deux ans, trois ans et cinq ans après la date de priorité.

économiques de l'unité déposante¹. Deux types d'outils sont ensuite mobilisés afin de réaliser l'analyse du corpus: d'une part, l'outil économétrique STATA utilisé pour fusionner les données brevets et économiques et automatiser la génération de graphiques, et d'autre part, l'outil MatheoAnalyser utilisé pour effectuer les analyses bibliométriques des brevets et contribuer à mettre en évidence les stratégies de dépôts de brevets déployées par les déposants luxembourgeois.

Le corpus analysé dans cette étude se compose de l'ensemble des unités luxembourgeoises ayant déposées au moins une demande de brevet durant la période 2000- 2009. Pour cette période, on dénombre 366 unités déposantes luxembourgeoises.

Figure 2 : Fusion des données brevets et économiques extraites des bases PATSTAT et STATEC



Source : Schéma des auteures

2.2. Catégorisation des unités d'activités déposantes

Les unités déposantes reprises dans le corpus sont analysées selon leur activité² au sens de la classification NACE LUX telle que fournie par le Répertoire des entreprises (STATEC, 2008). Il en ressort clairement que les unités déposantes luxembourgeoises se scindent en deux catégories distinctes d'importance inégale:

- d'un côté, les unités qui «produisent» de l'innovation à partir de leurs investissements de R&D et éventuellement gèrent la propriété intellectuelle de leurs propres résultats, ce sont les unités de production et de recherche innovantes,
- de l'autre, les unités qui «gèrent» et protègent la propriété intellectuelle pour autrui, le plus souvent les autres unités d'un même groupe, ce sont les unités de gestion de la propriété intellectuelle.

Les unités de gestion de la propriété intellectuelle se retrouvent dans deux catégories de formes juridiques: les entreprises holding et les entreprises de location-bail. Parmi, les Unités de production et de recherche innovantes, on trouve des unités de recherche innovantes spécialisées en R&D et correspondant au «secteur académique et de la recherche» et des unités de production innovantes c'est à dire des entreprises de différents secteurs d'activités économiques produisant de l'innovation en support de leur activité principale (qu'elle soit industrielle ou de service).

1. Le groupe des entreprises holdings luxembourgeoise (EHL) correspond aux unités référencées dans les classes 64.20 «Activités des sociétés holding», 64.30 correspondant aux «Fonds de placement et entités financières» et 70.10 correspondant «Activités des sièges sociaux» de la NACE LUX. Les holdings constituent le groupe le plus important parmi les unités déposantes puisqu'elles représentent 62% du corpus étudié et 57% des dépôts de demandes.
2. Les entreprises de location-bail de propriété intellectuelle (ELB) regroupent l'ensemble des sociétés dont le secteur d'activité est catégorisé dans la classe 77.40 de la NACE LUX. Cette sous-classe correspond au secteur de «Location-bail de propriété intellectuelle et de produits similaires, à l'exception des œuvres soumises à copyright». malgré son objet très spécifique, cette catégorie rassemble 5 % des unités déposantes et déjà 7% des demandes sur l'ensemble de la période couverte. Avec les entreprises holding, la catégorie des «gestionnaires d'actifs de propriété intellectuelle» représentent 69% des unités déposantes de la base de données.
3. Le groupe des unités de recherche innovantes (URI) est dédié au secteur académique et de la recherche référencé dans la classe 85.42 «Enseignement supérieur» et dans les classes 72.19 «Recherche-développement en autres

¹ A partir des résultats partiels obtenus à l'aide d'outils de reconnaissance automatique, une table de correspondance a été élaborée afin de réaliser la fusion des données brevets et des données économiques. Celle-ci contient 1054 variantes de dénominations correspondant au final à 366 dénominations d'entreprises liées à un numéro d'identification unique.

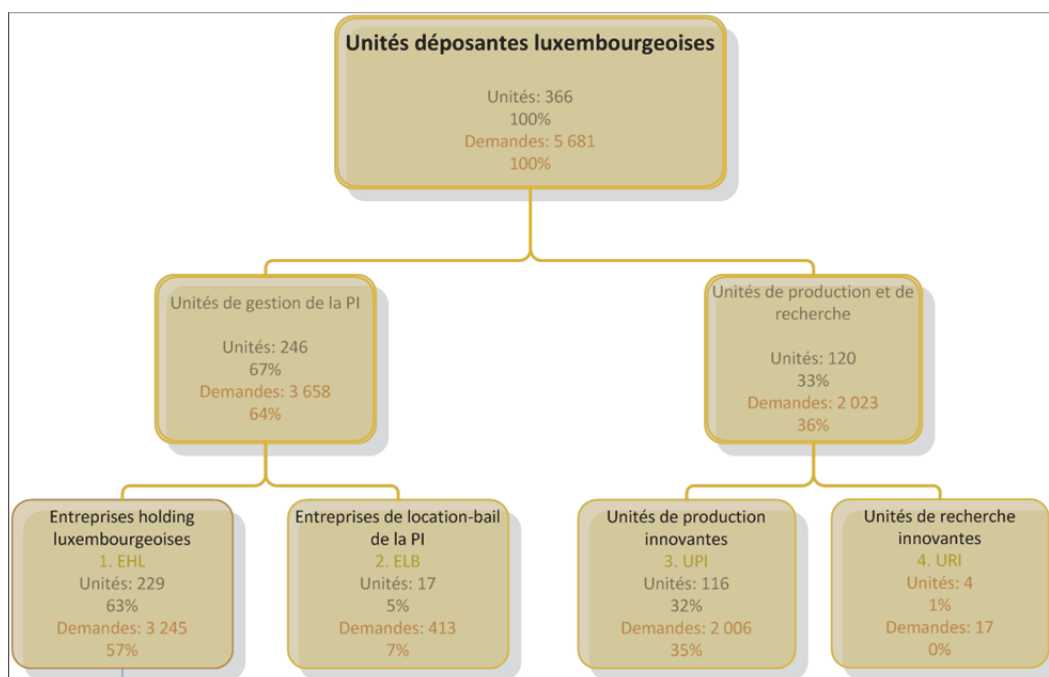
² Les entreprises pour lesquelles la NACE n'est pas disponible n'ont pas été prises en compte

sciences physiques et naturelles» et 72.11 la «Recherche-développement en biotechnologie». Ce groupe constitue 1% seulement des unités luxembourgeoises déposantes entre 2000 et 2009 et 0.3% des dépôts de demandes de brevet.

4. Les unités de production innovantes (UPI) sont composées des unités présentes dans la base de données qui ne sont pas référencées dans les

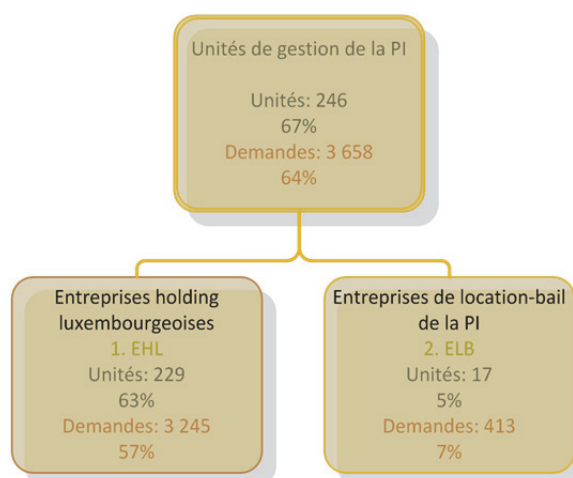
classes 64.20, 64.30, 70.10, 77.40, 72.11, 72.19, 85.42 de la NACELUX Rév. 2. Bien que définies par «ce qu'elles ne sont pas», ces unités constituent en fait l'ensemble des entreprises luxembourgeoises qui innoveront et font appel aux brevets pour protéger leur propriété intellectuelle. Ce groupe est le deuxième par son importance. Il représente 32% des unités déposantes identifiées dans la période 2000 à 2009 et 35% des dépôts de demandes.

Figure 3 : Catégorisation des unités déposantes luxembourgeoises



Sources: EPO Worldwide Patent Statistical Database – Octobre 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

Figure 4 : Les deux tiers des déposants sont des unités de gestion de la Propriété intellectuelle



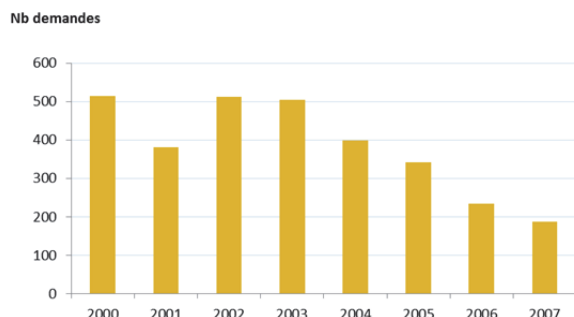
Source: EPO Worldwide Patent Statistical Database – Octobre 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

Les 229 entreprises holding actives en matière de propriété intellectuelle sur tout ou partie de la période étudiée ont déposées 3245 demandes de brevet soit

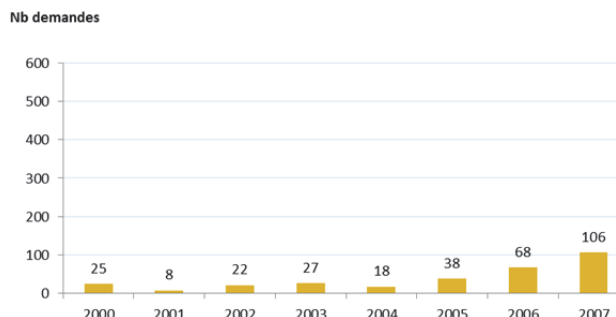
99,6% des demandes émanant des Unités de gestion de la propriété intellectuelle et 57% de l'ensemble des demandes du corpus.

Figure 5 : Évolution du nombre de dépôts de demandes de brevet

5.1 Les entreprises holding luxembourgeoises



5.2 Les entreprises de location-bail de propriété intellectuelle



Source: EPO Worldwide Patent Statistical Database – Octobre 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

En évolution, les dépôts de demandes tendent à diminuer pour cette catégorie depuis 2004. Les causes de cette tendance sont principalement imputables à la baisse observée chez les deux acteurs les plus importants en nombre de dépôts. En effet, les demandes sont extrêmement concentrées dans ce groupe puisque la moitié des dépôts (47%) émanent de deux unités seulement (EURO-CELTIQUE et MOLTECH INVENT). Le ralentissement de l'activité des deux principaux acteurs n'a pu être compensé par la forte dynamique constatée chez un petit nombre de holding à l'activité en forte croissance – mais qui reste modeste en volume – ni par la forte augmentation du nombre de holding déposantes. Le nombre d'entreprises holding déposantes de moins de 5 ans a cru de 66% entre 2007 et 2008 au moment de l'introduction de l'article 50bis. Enfin, ce ralentissement est sans aucun doute accentué du fait de la requalification d'un certain nombre d'unités à la suite de l'abolition des Holdings 1929 devenue effective au 31 décembre 2010. Six unités ont ainsi vu leurs activités redéfinies et entrer dans le champ de la branche «Location-bail de propriété intellectuelle et de produits similaires, à l'exception des œuvres soumises à copyright» (77.40). L'importance de ce groupe croît depuis 2005 et s'il ne représente que 7% de l'ensemble des brevets du corpus analysé, cette proportion correspond à un accroissement de 324% entre 2000 et 2007. Un phénomène d'autant plus remarquable qu'il est à l'inverse de ce que l'on peut constater à l'échelle européenne. Ce dernier constat doit toutefois être nuancé car l'essentiel des demandes (70%) est le fait de trois entreprises.

Le groupe des Entreprises Holding Luxembourgeoises comme celui des Entreprises de Location-Bail de propriété intellectuelle est constitué de structures dont l'âge est très diversifié. De nombreuses entreprises comportent des dates de demande de brevet antérieures à la date de constitution de l'unité ce qui est un indice de la spécialisation de ces unités en tant qu'outil de gestion ad-hoc du capital matériel de groupes internationaux (les demandes de brevet existaient avant la mise en place de la structure de gestion ad-hoc des demandes acceptées).

L'analyse des pays d'autorité montre que les holdings sont particulièrement impliquées dans la gestion de la propriété intellectuelle européenne des groupes dont elles font parties. Le pays d'autorité est le pays dans lequel la demande de brevet est déposée en premier lieu avant d'être éventuellement étendue à d'autres. (OCDE, 2009).

Les marchés ciblés par les holdings concernent les Etats-Unis ou le Canada pour un peu moins de 20% des demandes (633 demandes dans les colonnes US et CA sur un total de 3 245).

Le Brevet européen est obtenu pour tous les pays contractants de la Convention sur le Brevet Européen – CBE en effectuant un dépôt unique auprès de l'Office Européen des Brevets – OEB. On parle alors de la voie européenne qui confère les mêmes droits juridiques et est soumise au même régime que les brevets nationaux attribués par le bureau national des brevets. Si la voie Européenne et l'Amérique du Nord restent prépondérantes pour les entreprises de Location-Bail, ces dernières se distinguent néanmoins par l'importance grandissante accordée aux pays asiatiques comme pays d'autorité des demandes.

Figure 6 : Évolution des Entreprises Holding Luxembourgeoises déposantes selon les pays d'autorité

	FR	US	DE	CA	AT	CN	JP	NO	MX	BR	KR	DK
2000	102	62	116	48	54	12	21	14	3	9		9
2002	107	58	48	48	41	19	19	15	27	10		17
2003	109	64	48	38	38	29	20	16	13	24		25
2004	102	49	38	32	29	25	12	8	20	15		14
2001	93	54	32	18	24	18	2	12	7	15		8
2005	71	41	18	23	14	23	10	21	24	16	27	9
2006	71	33	23	13	6	16	8	17	13	2	18	1
2007	67	17	13	16	3	4	10	10	8		18	4
2008	50	12	16	3		4	16	2			17	
2009	2	4	3				1	1			7	

Source: EPO Worldwide Patent Statistical Database – October 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

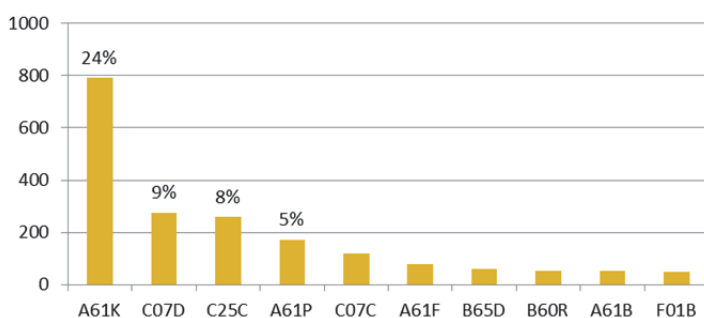
Sur l'ensemble de la période, les demandes de brevets relèvent massivement de la section A «Nécessité de la vie courante» qui reste la section de la majorité des dépôts effectués en 2007.

La section C «Chimie; métallurgie», en revanche connaît une baisse drastique. Alors qu'elle concentrait 39% des demandes en 2000, elle n'en représente plus que 16% en 2007. Cette diminution reflète le fort

ralentissement de l'activité de MOLTECH INVENT déjà signalé auquel s'ajoute la disparition de deux acteurs en cours de période. Au contraire, dans la section A, les demandes de brevet déposées par EURO-CELTIQUE restent stables dans cette catégorie et quatre nouveaux acteurs apparaissent en cours de période dans le domaine pharmaceutique (25% des demandes concernent les «préparations à usage médical, dentaire ou pour la toilette»).

Figure 7 : Les demandes de brevet selon les sous-classes de la CIB Entreprises holding luxembourgeoises (EHL)

Nb de demandes



- A61K Préparations à usage médical, dentaire ou pour la toilette
- C07D Composés hétérocycliques en chimie organique
- C25C Procédés pour la production, la récupération ou l'affinage électrolytique des métaux; appareillages à cet effet
- A61P Activité thérapeutique de composés chimiques ou de préparations médicinales
- C07C Composés acycliques ou carbocycliques
- A61F Filtres implantables dans les vaisseaux sanguins; prothèse dispositifs d'orthopédie, de soins ou de contraception; fomentation; traitement ou protection des yeux ou des oreilles; bandages, pansements ou garnitures absorbantes nécessaires de premier secours
- B65D Réceptacles pour l'emmagasinage ou le transport d'objets de matériaux, p.ex. sacs, tonneaux, bouteilles, boîtes, bido caisses, bocal, réservoirs, trémies ou conteneurs d'expédition; accessoires ou fermetures pour ces réceptac éléments d'emballage; paquets
- B60R Véhicules, équipements ou parties de véhicules, non prévus ailleurs
- A61B Diagnostic; chirurgie; identification
- F01B Machines ou machines motrices en général ou du type à déplacement positif, p.ex. machines à vapeur

Source: EPO Worldwide Patent Statistical Database – October 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

Alors qu'en 2005, les sections de prédilection des jeunes holdings de moins de 5 ans sont identiques à celles des autres Holdings, en fin de période elles s'en distinguent nettement. Les demandes relevant des

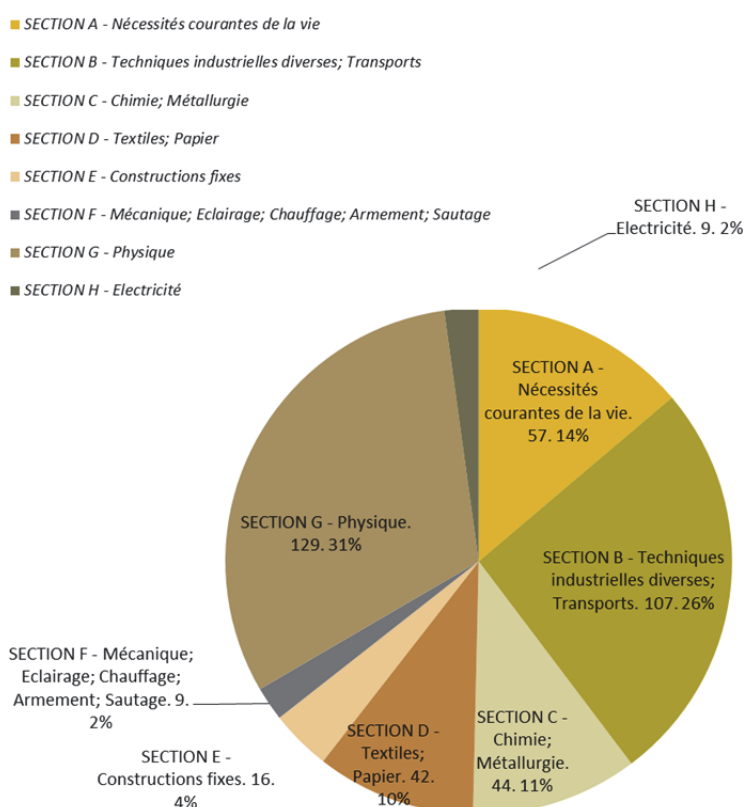
sections G «Physique» et H «Electricité» ont plus que doublé et représentent ensemble 20% des demandes en 2007. Ce phénomène est également perceptible dans le groupe des Entreprises de Location-Bail où

toutefois une seule unité SEREAL TECHNOLOGIES est à l'origine de 93% des demandes relevant de la section G et plus précisément des «procédés ou appareils holographiques» et des «Eléments, systèmes ou appareils optiques». Mais l'essentiel relève de la section B «Techniques industrielle diverses; Transports» qui est le domaine technologique le plus fréquemment cité dans les demandes de brevets émanant des holdings de moins de 5 ans et le second domaine de prédilection des entreprises de location-bail de propriété intellectuelle. Pour les jeunes holdings cela

concerne plus particulièrement la sous-section «Véhicules, équipements ou partie de véhicules, non prévus ailleurs» émanant d'une seule entreprise SMR Patents dont la maison-mère est le leader mondial de la fabrication de rétroviseurs pour l'industrie automobile.

Cet acteur illustre remarquablement bien le déploiement par un groupe d'une politique à la fois offensive et défensive de gestion de portefeuille de propriété intellectuelle à travers sa filiale luxembourgeoise.

Figure 8 : Les demandes de brevets des entreprises de location-bail de propriété intellectuelle(ELB) selon les sections de la CIB

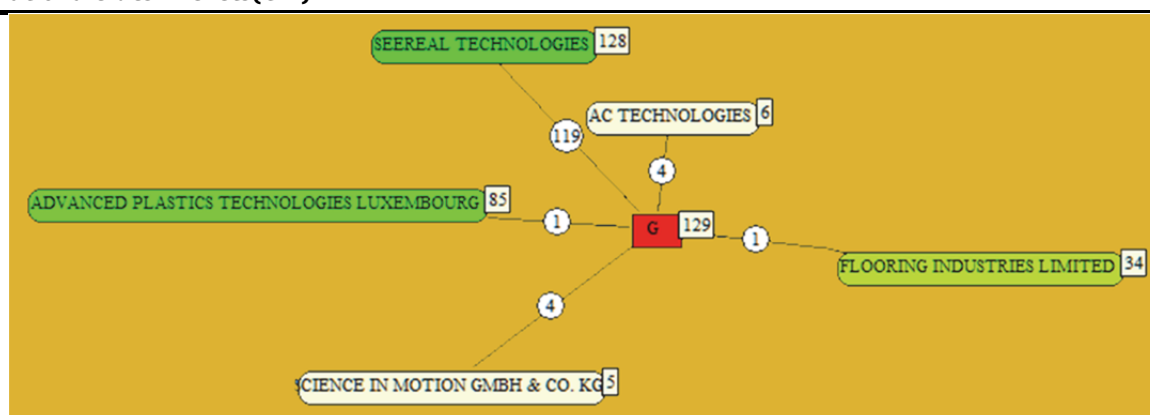


Source: EPO Worldwide Patent Statistical Database – October 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

Comme pour les holdings, les principaux acteurs de la branche 77.40 les plus réactifs en termes de propriété intellectuelle, se signalent chacun sur un domaine technique différent dévoilant un profil de gestionnaire de propriété intellectuelle centré sur un domaine d'activité spécifique. Ils regroupent les activités de propriété intellectuelle d'une entreprise ou d'un

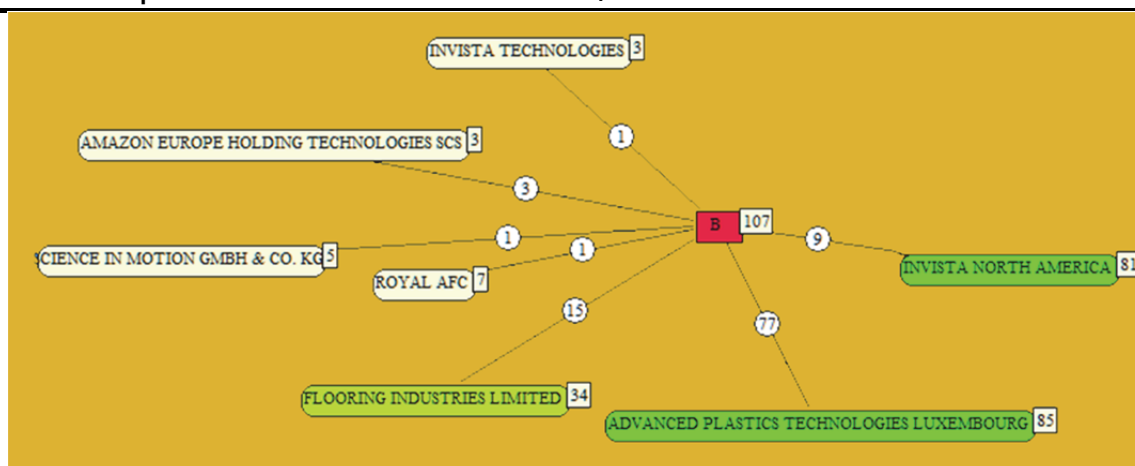
ensemble d'entreprises spécialisées dans ce même domaine mais localisés ailleurs dans le monde.

Figure 9 : Entreprises de location-bail de propriété intellectuelle – selon les sections de la Classification Internationale des Brevets(CIB)



Source: EPO Worldwide Patent Statistical Database – October 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

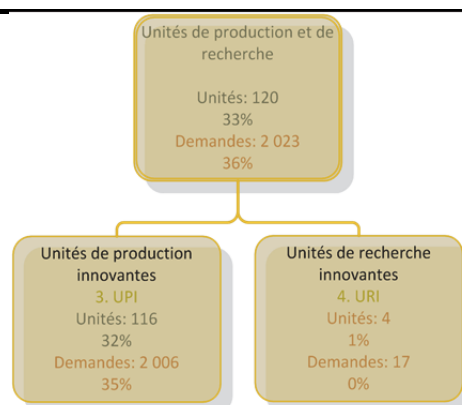
Figure 10 : Principaux acteurs de la section B de la CIB, entre 2000 et 2009



EPO Worldwide Patent Statistical Database – October 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

La catégorie des «Unités de recherche» regroupe les institutions actives dans les secteurs d'activité 72.19 et 85.42 de la NACELUX Rév. 2. Ces unités correspondent pour la plupart à des centres de recherche publics existants depuis 16 à 20 ans et rassemblant un nombre important d'employés.

Figure 11 : Un tiers des unités d'activités produisent effectivement de l'innovation



EPO Worldwide Patent Statistical Database – October 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

2.3. Les Unités de production et de recherche innovantes

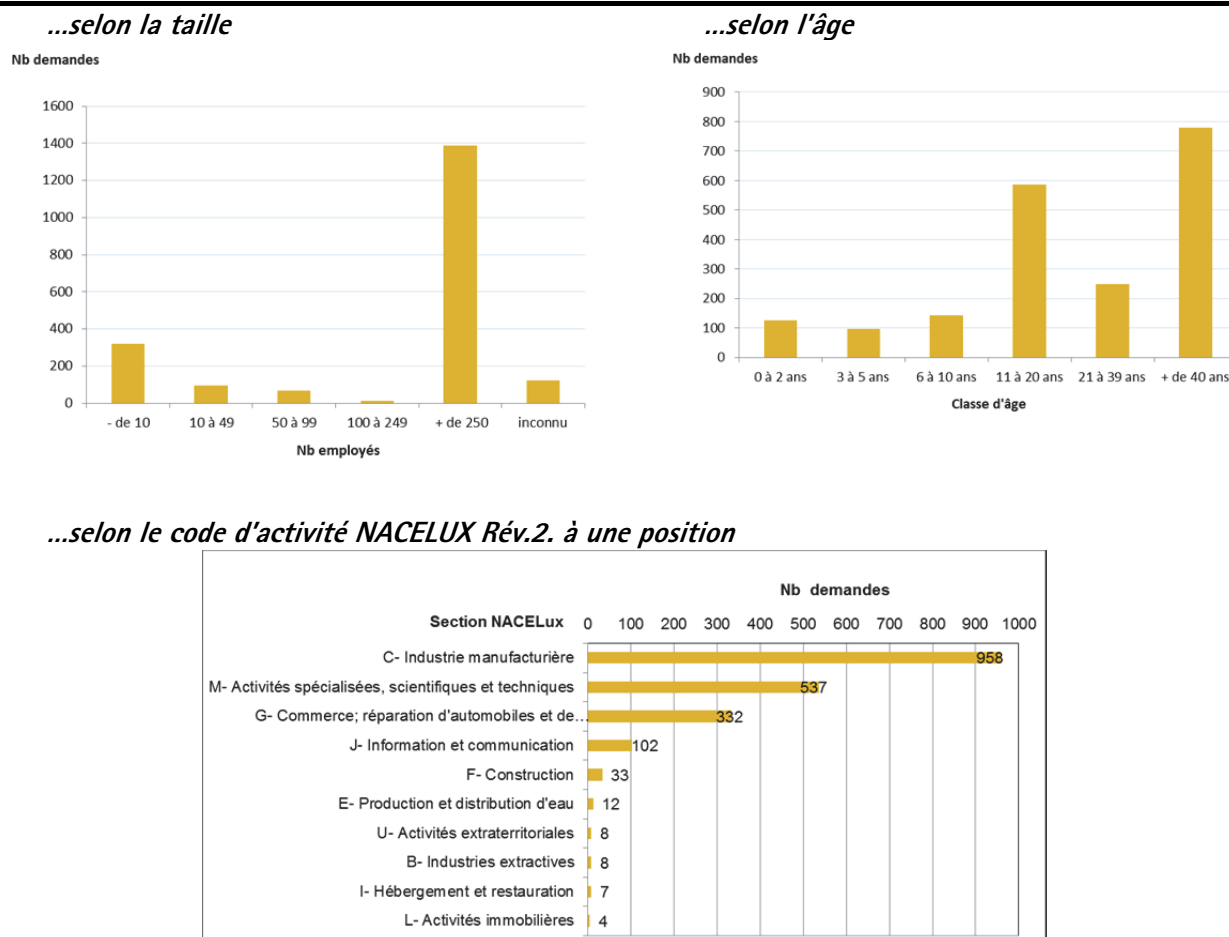
Historiquement, les brevets sont des outils principalement destinés à la protection des produits et des procédés industriels. Par conséquent, et de façon consubstantielle à la méthode de protection de la propriété intellectuelle étudiée, les unités productrices d'innovation appartiennent majoritairement à l'industrie. Ce sont, le plus souvent, de grandes entreprises ou des entreprises appartenant à de grands groupes. L'enquête communautaire sur l'innovation conduit à des remarques similaires et confirme que l'accès à la protection de la propriété intellectuelle est plus difficile pour les PME luxembourgeoises.

Cette prééminence des grandes entreprises industrielles a pour corollaire une proportion de jeunes entreprises relativement modeste (14%).

Les demandes de brevets émanant des unités de production innovantes sont caractérisées par une évolution plus heurtée que celle des unités de gestion de la propriété intellectuelle. De nets reculs sont enregistrés les années de crise ou suivant immédiatement une crise.

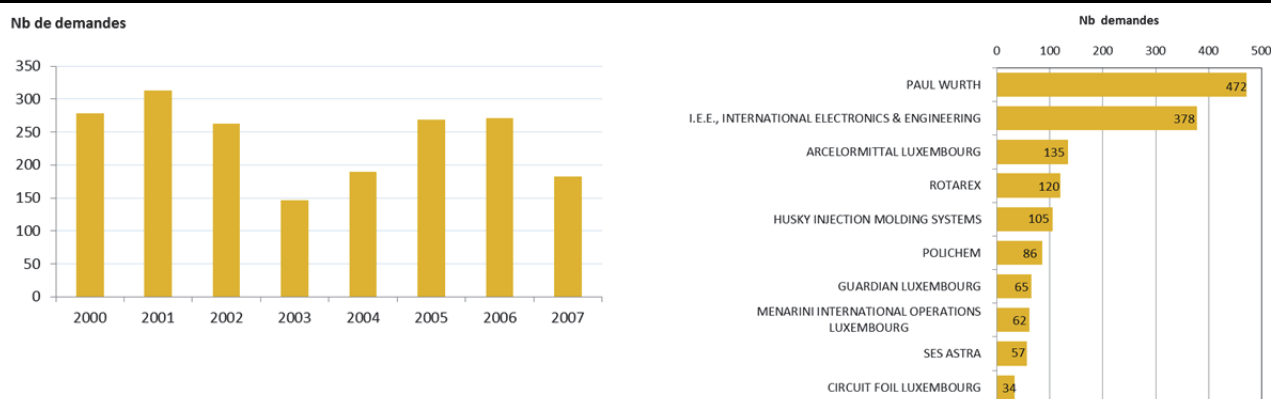
Ainsi, le nombre de demandes diminue fortement en 2002 et 2003 après l'éclatement de la bulle internet puis de nouveau en 2007. En revanche, il ne semble pas y avoir de tendance structurelle forte ni à l'augmentation ni à la diminution du nombre de dépôts de demandes.

Figure 12 : Caractérisation des unités de production innovantes

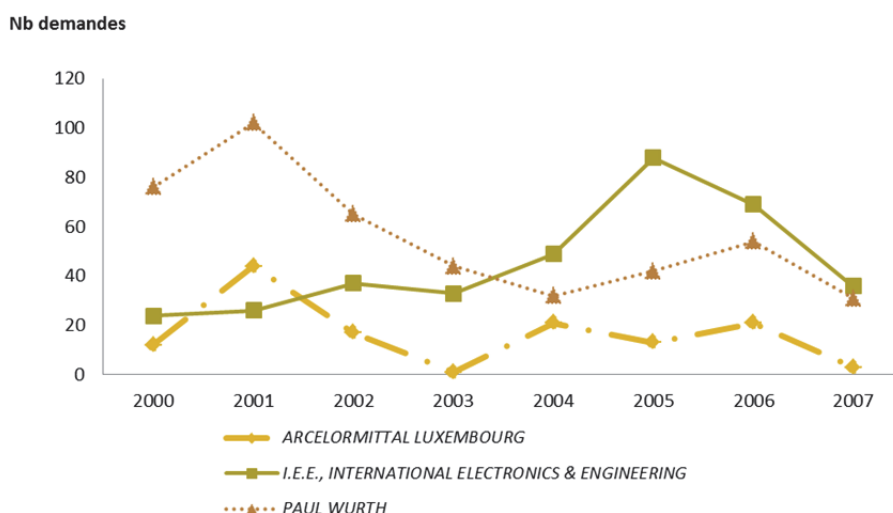


Source: EPO Worldwide Patent Statistical Database – October 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

Figure 13 : Une évolution du nombre de demandes plus étroitement liée à la conjoncture... ... émanant principalement d'un petit nombre d'acteurs...



... dont les tendances contribuent largement à l'évolution globale de la catégorie



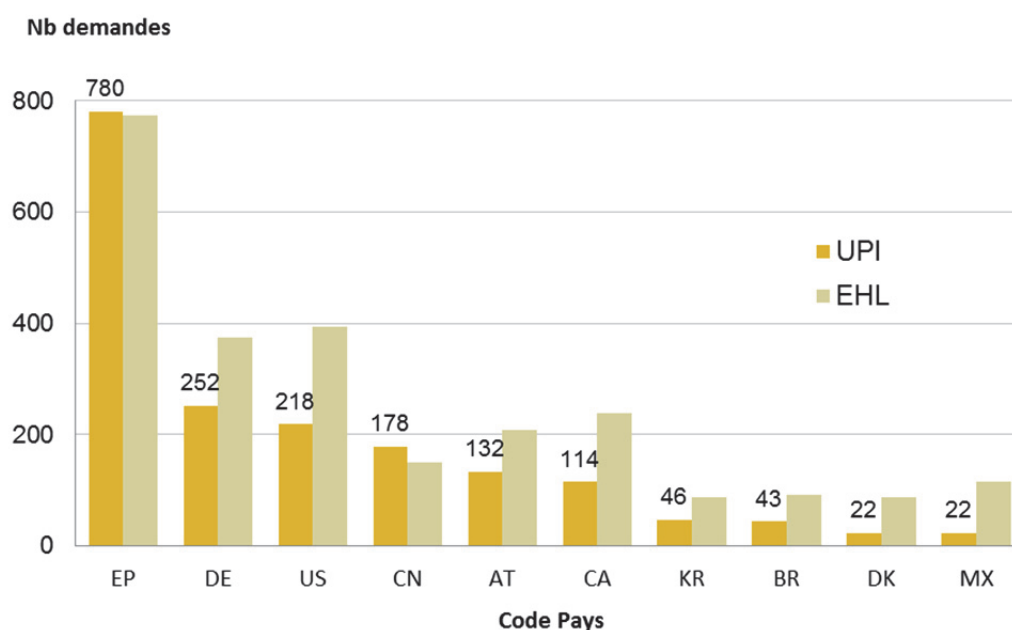
Source: EPO Worldwide Patent Statistical Database – October 2009 STATEC Répertoire des entreprises

Trois déposants dominent nettement le paysage des unités de production innovantes: la société PAUL WURTH qui enregistre 472 demandes entre 2000 et 2009, I.E.E., INTERNATIONAL ELECTRONICS & ENGINEERING avec 378 demandes et ARCELORMITTAL LUXEMBOURG qui enregistre 135 demandes. Ensemble, ils représentent quasiment la moitié (49%) de l'ensemble des demandes des Unités de Production Innovantes sur la période considérée. Puis viennent: ROTAREX (120 demandes), HUSKY INJECTION MOLDING SYSTEMS (105 demandes) et POLICHEM (86 demandes). Le Groupe ARCELORMITTAL LUXEMBOURG est également bien placé dans ce classement. Si on se réfère à la première étude bibliométrique réalisée en 2005 (Centre de Recherche Public Henri Tudor, 2005), on retrouve les mêmes entreprises en tête de classement: PAUL WURTH et I.E.E., INTERNATIONAL ELECTRONICS & ENGINEERING. Ensemble avec ARCELORMITTAL Luxembourg, ils contribuent

largement aux diminutions globales enregistrées en 2003 et 2007.

Comme pour les entreprises holdings, la voie européenne est la voie de dépôt privilégiée par les unités de production innovantes. Le classement des pays d'autorité est assez similaire entre ces deux groupes. Toutefois, le continent asiatique totalise 14% des dépôts réalisés par les unités de production entre 2000 et 2009. En 2006 et en 2007, le nombre de demandes déposées en Chine a été supérieur au nombre de demandes déposées en Allemagne et aux Etats-Unis. Ainsi, l'importance croissante prise par les pays asiatiques et notamment la Chine et la Corée dans les pays d'autorité cités dans les brevets déposés par les unités de production innovantes est encore plus marquée que pour les holdings.

Figure 14 : Top-10 des pays d'autorité des demandes de brevets des UPI et comparaison avec les EHL, entre 2000 et 2009



EP: Office européen des brevets

US: Etats-Unis

AT: Autriche

KR: République de Corée

DK: Danemark

DE: Allemagne

CN: Chine

CA: Canada

BR: Brésil

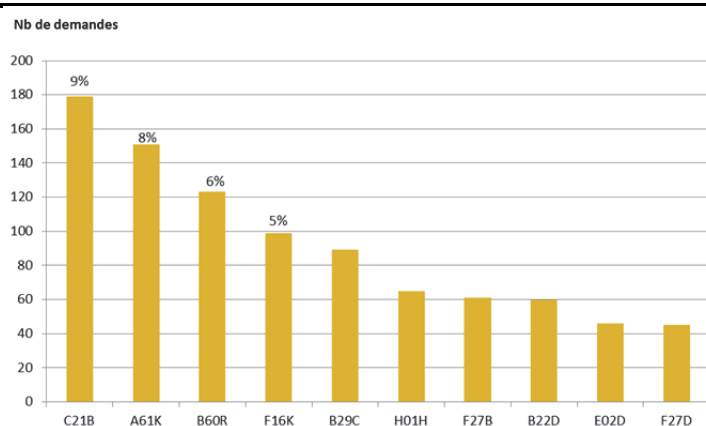
MX: Mexique

EPO Worldwide Patent Statistical Database – Octobre 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

L'observation des principaux domaines technologiques investis par les demandes de brevets déposées entre 2000 et 2009 par les unités de production innovantes et des holdings luxembourgeoises en fonction des sections de la CIB montre que des différences existent dans leurs domaines technologiques de prédilection. 31% des demandes de brevets déposées par les unités de production innovantes relève la section B «Techniques industrielles diverses», soit 618 demandes. Cette section est la plus représentée dans les dépôts tandis que pour les entreprises holding

luxembourgeoises, cette catégorie ne se classait qu'au 3^{ème} rang des sections les plus utilisées (14% des demandes). Rappelons que pour ces dernières, en effet, la section A «Nécessités courantes de la vie» est très largement dominante et représente 41% des demandes déposées par les holdings contre seulement 12% les unités de production. La section C «Chimie; Métallurgie» se classe en 2^{ème} position des sections utilisées dans les demandes de brevets des unités de production innovantes comme des holdings luxembourgeoises.

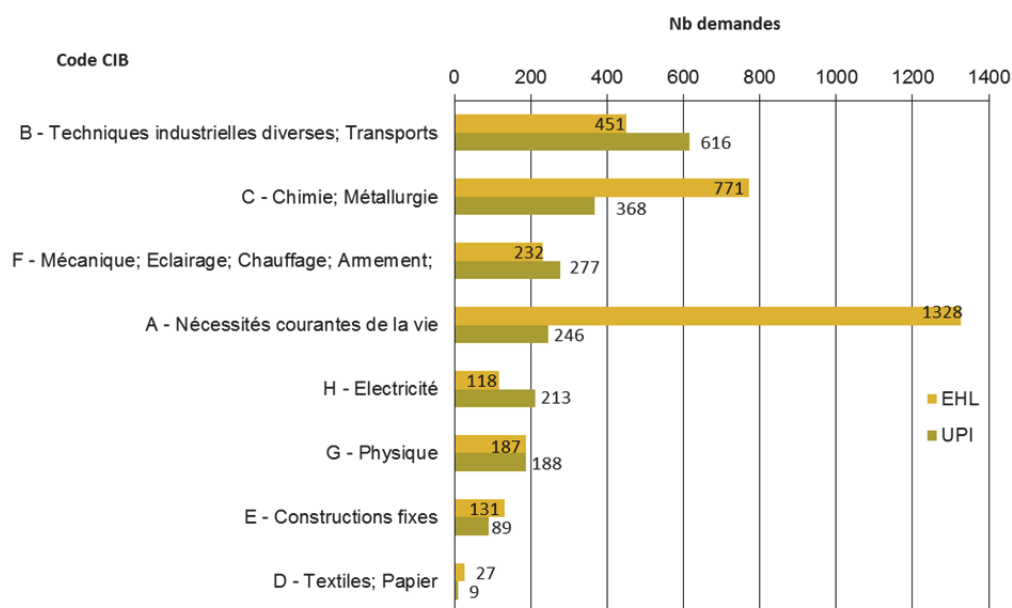
Figure 15 : Les demandes de brevet des Unités de production innovantes selon les sous-classes de la CIB



C21B Fabrication du fer ou de l'acier
A61K Préparations à usage médical, dentaire ou pour la toilette
B60R Véhicules, équipements ou parties de véhicules, non prévus ailleurs
F16K Soupapes; robinets; vannes; commandes à flotteurs; dispositifs pour ventiler ou aérer
B29C Façonnage ou assemblage des matières plastiques; façonnage des substances à l'état plastique en général; post-traitement des produits façonnés, p.ex. réparation
H01H Interrupteurs électriques; relais; sélecteurs, dispositifs de protection
F27B Fours ou cornues de distillation, en général; appareils de frittage à ciel ouvert ou appareils analogues
B22D Coulée des métaux; coulée d'autres matières par les mêmes procédés ou avec les mêmes dispositifs
E02D Fondations; excavations; digues; remblais; ouvrages souterrains ou sous l'eau
F27D Parties constitutives, aménagements, accessoires des fours ou des cornues, dans la mesure où ils sont communs à plus d'un type de four

EPO Worldwide Patent Statistical Database – Octobre 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

Figure 16 : Des choix technologiques qui diffèrent de ceux couverts par les holdings



EPO Worldwide Patent Statistical Database – Octobre 2009 – STATEC Répertoire des entreprises

Enfin, lorsqu'on s'intéresse aux domaines investis respectivement par les unités de production et les unités de recherche, la faible spécialisation de l'innovation qui relève de quelques acteurs appartenant à des champs distincts se confirme. Les domaines technologiques protégés sont l'industrie métallurgique, pharmaceutique et le domaine des

transports pour les unités de production et l'analyse de matériaux biologiques, le domaine pharmaceutique et les technologies médicales pour les unités de recherche. Du fait de la faible similitude des domaines, les transferts de connaissance et les synergies des unités de recherche vers les unités de production sont sans doute limités.

2.4. Limites et conclusion

La séparation entre production et utilisation des innovations et gestion des actifs issus de l'invention est clairement marquée au Luxembourg. Cela a conduit à distinguer deux groupes de déposants; le premier est constitué d'unités dédiées à la gestion de la propriété intellectuelle et l'autre à la production et à la recherche. Les profils «Intermédiaires de gestion» du premier groupe représentent 68% des entreprises actives en matière de brevets avec une évolution importante des unités dédiées à la location-bail de propriété intellectuelle. Ces dernières restent toutefois peu nombreuses au regard des holdings luxembourgeoises qui en constituent l'essentiel. Les unités d'activités productrices et utilisatrices d'innovation constituent le tiers des unités déposantes et sont à l'origine de 35% des dépôts de demandes. Dans ce groupe, les unités de recherche en nombre très restreint jouent un rôle marginal dans les dépôts de demandes de brevet.

La crise économique a un impact certain sur le nombre de demandes de brevets dans les deux catégories principales, toutefois d'autres causes sont à l'œuvre dans la tendance à la baisse plus forte et régulière qui s'exprime dans les catégories dédiées à la gestion de la propriété intellectuelle. En particulier, l'environnement législatif en profonde mutation induit des changements dans les statuts juridiques de ces entités, sinon dans leurs stratégies.

Au-delà des constats dressés à travers ce panorama des déposants luxembourgeois, l'impact de la propension à breveter sur les performances des firmes devrait être confirmé par des modèles de causalités qui restent difficiles à mettre en œuvre. En particulier, si les taux de croissance des unités déposantes dans les années qui suivent leurs dépôts de demande sont remarquablement rapides, rien n'indique que cela soit lié au dépôt de demande ni ne laisse deviner le sens de ce lien éventuel. Pour aller plus loin, il faudrait compléter la base avec des informations relatives aux unités qui ne déposent pas de demandes de brevets

tout en disposant d'information sur leurs activités d'innovation lorsqu'elles existent.

Cependant, cette étude a d'ores et déjà permis de proposer un ensemble d'indicateurs. Afin d'évaluer l'impact des mesures de soutien nationales et internationales telles qu'inscrites dans la loi du 5 juin 2009, il est nécessaire de sélectionner une dizaine d'indicateurs pertinents et d'en assurer le suivi annuel. Les acteurs luxembourgeois de la propriété intellectuelle pourraient ainsi suivre l'évolution des unités légales déposantes, mieux connaître les nouveaux porteurs de projets de propriété intellectuelle et identifier les nouveaux domaines technologiques d'intérêt pour les déposants.

Les indicateurs présentés dans cette étude rendent compte des performances innovantes des entreprises luxembourgeoises déposantes. Il serait particulièrement intéressant de les compléter par une analyse de l'inventivité des laboratoires locaux et de la main d'œuvre luxembourgeoise, (OCDE, 2009) en se référant non plus dans ce cas à la localisation du déposant mais à la localisation de l'inventeur afin de mieux mettre en valeur la recherche locale privée et publique.

Enfin, une autre limite importante de ce travail tient au raccourci que constitue l'assimilation entre brevet et capacité d'innovation. Cela a déjà été signalé, si les indicateurs brevet sont propices à une caractérisation des déposants luxembourgeois, cette caractérisation est limitée aux domaines techniques brevetables. Aussi, nombre d'entreprises ayant un fort impact sur l'économie luxembourgeoise mais ne pouvant breveter d'inventions sont exclues du champ de cette étude. Cela concerne notamment les entreprises actives dans l'industrie financière et les autres services. Une étude complémentaire sur les marques permettrait de mettre à jour les études initiées en 1999 par Allegrezza et Guarda-Rauchs en s'appuyant sur les travaux commencés à Paris en 2009 par le groupe de travail de l'OCDE dédié aux marques et d'intensifier les collaborations avec les chercheurs Benelux et les experts de l'Office Benelux de propriété intellectuelle.

2.5. Références

- ALLEGREZZA, S., GUARDA-RAUCHS, A. (1999). The determinants of trademarks deposits: An econometric investigation (A case study of the Benelux). *Economie Appliquée*, 52(2), 51-68.
- Centre de Recherche Public Henri Tudor. (2005). 20 ans de brevets au Luxembourg. Recherche. Luxembourg. Retrieved from <http://www.brevet.lu/cms/veille/content.nsf/id/LUNR-79CJ2J?opendocument&language=fr>.
- COLE, F. J., & EALES, N. B. (1917). The history of comparative anatomy. Part I: A statistical analysis of the literature. *Science Progress*, 11, 578-596.
- DIMARIA, C.-H. (2007). Perceived efficiency of strategic methods of protection versus formal methods among product innovators in Luxembourg. mimeo STATEC and CRP Henri Tudor.
- Epuramat. (2011). Epuramat. Retrieved from www.epuramat.com.
- European Patent Office. (2009). DATA CATALOG for the EPO Worldwide Patent Statistical Database. Retrieved from <http://www.epo.org/searching/subscription/raw/product-14-24.html>.
- Eurostat. (2011). Science, technology and innovation in Europe. Europe. Luxembourg.
- Eurostat. (n.d.). Dépense intérieure brute de R&D (DIRD). Retrieved from [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&pcode=t2020_20&language=fr&toolbox=ata](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&pcode=t2020_20&language=fr&toolbox=data).
- FLIKKEMA, M. J., & MAN, A.-P. D. (2010). New trademark registration as an indicator of innovation: results of an explorative study of Benelux trademark data. Amsterdam.
- FORAY, D. (2009). L'économie de la connaissance. (LaDécouverte, Eds.) (Repères n°.).
- GRANDE, A. (2010). Mirror Assembly Cos. Infringe 12 SMR Patents: Suit. Law360. Retrieved from <http://www.law360.com/articles/160324/mirror-assembly-cos-infringe-12-smr-patents-suit>.
- GUELLEC, D., & AGHION, P. (2010). Les marchés de brevets dans l'économie de la connaissance. Paris: Conseil d'Analyse Economique. Retrieved from <http://www.cae.gouv.fr/IMG/pdf/094.pdf>.
- HALL, B. H. (2004). Exploring the patent explosion. NBER Working Paper Series.
- HARGREAVES, I. (2011) Digital Opportunity: A review of Intellectual Property and Growth. An independent report Retrieved from <http://www.ipo.gov.uk/ipreview-finalreport.pdf>
- LELARGE, C. (2009). The Innovative Activity of Firms over Their Life Cycle: Evidence from French Micro-Data. Comparative Analysis of Enterprise Data (CAED) conference. Tokyo, Japan.
- Loi du 22 décembre 2006. (n.d.). . Retrieved from <http://www.legilux.public.lu/leg/a/archives/2006/0241/a241.pdf>.
- MILLOT, V. (2009). Trademarks as an Indicator of Product and Marketing Innovations. Technology. Paris.
- OCDE. (2009). Manuel de l'OCDE sur les statistiques des brevets. Paris: Éditions OCDE. doi: 10.1787/9789264056466-fr.
- Office européen des brevets. (2009). Rapport annuel 2009. Office.

- Organisation mondiale de la propriété intellectuelle. (2010). Indicateurs mondiaux relatifs à la propriété intellectuelle. Retrieved from http://www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/fr/statistics/patents/pdf/941_2010.pdf.
- POTTELSBERGHE DE LA POTTERIE, B. V. (2010). The Quality Factor in Patent Systems. Bruegel Working Paper 2010/03.
- PriceWaterHouseCoopers. (2009). Les sociétés holdings au Luxembourg. Luxembourg.
- ROSTAING, H. (1996). La bibliométrie et ses techniques (Sciences d.). Marseille (France).
- Règlement grand-ducal du 16 mars 2005 portant adaptation de la définition des micro, petites et moyennes entreprises. (2005). Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg. Retrieved from <http://www.legilux.public.lu/leg/a/archives/2005/0038/a038.pdf>.
- SACMI. (2009). SACMI Annual Report (p. 60). Retrieved from [http://www.sacmi.com/System/00/01/71/17111/ed_enUS/Sacmi Annual report 2009.pdf](http://www.sacmi.com/System/00/01/71/17111/ed_enUS/Sacmi%20Annual%20report%202009.pdf).
- SCHMOCH, U. (2008). Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Innovation (pp. 1-15).
- SHINAGAWA. (2011). SHINAGAWA REFRACTORIES Co. Retrieved from www.shinagawa.co.jp.
- STATEC (2008). NACELUX Rév. 2. Luxembourg.
- STATEC (2010). Les principaux employeurs au Luxembourg au 1er janvier 2010. Statnews, (25). Retrieved from <http://www.statistiques.public.lu/fr/actualites/entreprises/entreprises/2010/06/20100615/20100615.pdf>.
- STATEC (2006). Innovation 2002-2003: Les entreprises innovantes au Luxembourg sur la période 2002 - 2003. CIS 2002-2003.
- STATEC (2014). Personnel de R&D (nombre de personnes physiques) 2005 - 2011. CIS 2005-2007.
- STATEC. (2014). Prêts à l'innovation de la SNCI 1983 - 2013. CIS.
- Tech-Gate. (2011). TechGate. Retrieved from www.techgate.lu.
- The World Bank. (2008). Global Economic Prospects.

3. Concurrence perçue et innovation dans les entreprises luxembourgeoises

Wladimir RAYMOND et Tatiana PLOTNIKOVA

3.1. L'innovation et la compétitivité au Luxembourg: deux thèmes primordiaux

Cette étude porte sur le comportement innovant des entreprises luxembourgeoises pendant la période 2002-2010 et sur le rôle joué par la concurrence dans ce comportement. Ces deux thèmes de la compétitivité et de l'innovation sont primordiaux pour les décideurs politiques luxembourgeois qui en ont fait deux des priorités du Programme National de Réforme à l'horizon 2020. La compétitivité des entreprises luxembourgeoises, concept très vaste dont l'une des portées consiste en la faculté de faire face à la concurrence (surtout internationale dans le cas du Luxembourg), passe avant tout par leur performance technologique, d'où l'importance de cette étude. Pour la mener à bien, nous allons étudier la relation qui existe entre la concurrence, telle que perçue par les entreprises, et leurs activités innovantes qui en découlent. Dans un premier temps, nous allons mener une analyse exploratoire reposant sur des corrélations tétrachoriques entre les mesures de la concurrence perçue et celles de l'innovation.¹ Par la suite, nous allons estimer un modèle non linéaire dynamique en tenant compte des caractéristiques de notre panel non cylindré d'entreprises sur la période 2002-2010.

3.1.1 La structure de marché et l'innovation: un vieux débat

La relation qui existe entre la structure monopolistique ou concurrentielle d'un marché et le comportement innovant sur ce marché a été étudiée pour la première fois au cours de la première moitié du siècle dernier. Selon Schumpeter (1942), la structure monopolistique d'un marché est optimale pour promouvoir des activités innovantes dans la mesure où les revenus espérés de l'entreprise après innovation sont colossaux. Cet effet négatif de la concurrence sur les activités innovantes est connu sous le nom «d'effet schumpetérien». Cette thèse de Schumpeter a été contestée par Arrow (1962) qui

montre au contraire que la structure concurrentielle d'un marché est la plus appropriée pour promouvoir des activités innovantes. En effet, la concurrence pousse les entreprises à proposer de nouveaux produits dans le but d'échapper à cette concurrence. Ce phénomène est connu sous le nom «d'effet arrowien» ou «d'effet d'échappatoire à la concurrence». Les effets schumpetérien et arrowien ont été étudiés par la suite par Scherer (1967) qui a démontré que la relation qui existe entre la structure d'un marché et les activités innovantes qui s'y développent est une relation en U inversé. En d'autres termes, l'on retrouve un effet arrowien lorsque le niveau initial de concurrence sur le marché est faible et un effet schumpetérien lorsque celui-ci est élevé. Cette relation en U inversé a été popularisée quelques décennies plus tard dans une étude menée par Aghion et al. (2005).

3.1.2 Des mesures de l'intensité de la concurrence plus adaptées au contexte luxembourgeois

Dans la littérature empirique sur la relation entre la structure de marché et le comportement innovant, l'un des points de discussion réside dans la façon de mesurer l'intensité de la concurrence. Les mesures les plus utilisées sont des mesures de concentration de marché comme l'indice d'Herfindhal, le taux de marge également appelé indice de Lerner ou encore l'élasticité du profit connu sous le nom d'indice de Boone.² Étant donné les caractéristiques du Luxembourg, à savoir une petite économie ouverte, il n'est pas conseillé d'utiliser les mesures de concentration de marché et l'indice de Boone pour mesurer l'intensité de la concurrence dans la mesure où il est difficile pour l'analyste d'identifier les concurrentes de l'entreprise et de définir le marché sur lequel l'entreprise et ses concurrentes sont actives. Quant à l'indice de Lerner, il ne permet pas de distinguer l'intensité de la concurrence à laquelle l'entreprise est confrontée de son efficacité lorsque les données comportent une dimension temporelle. En effet, une plus forte intensité de la concurrence due à un comportement plus agressif des concurrentes va

¹ La corrélation tétrachorique mesure la corrélation qui existe entre deux variables dichotomiques. Pour une définition statistique plus détaillée, le lecteur est prié de consulter Everitt (2002).

² Le concept d'élasticité du profit a été introduit dans la littérature par Boone (2008).

accroître le taux de marge des entreprises les plus efficaces au détriment de celles qui sont les moins efficaces.

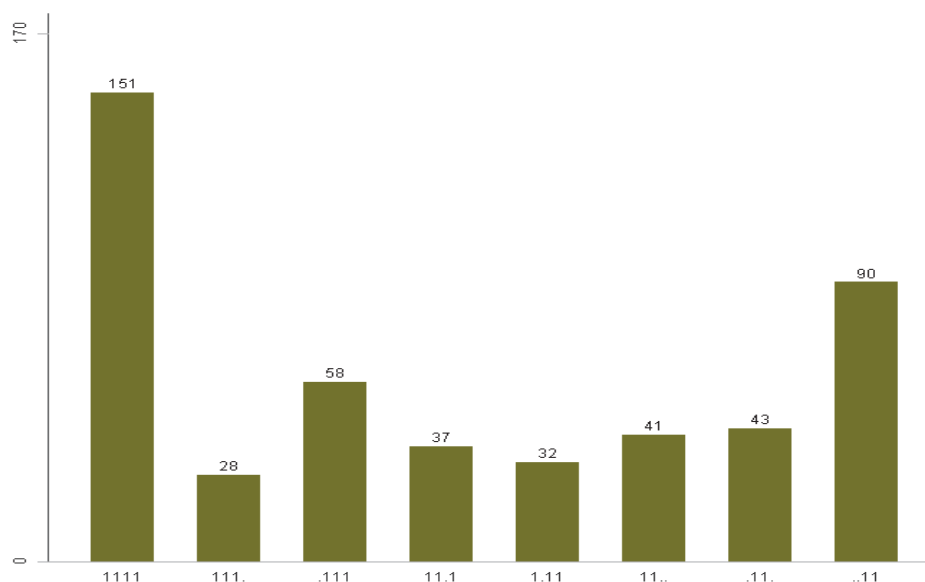
Les mesures de la concurrence perçue utilisées dans cette étude ont de nombreux avantages par rapport à celles citées ci-avant. Tout d'abord, ces mesures sont fournies par des responsables d'entreprise qui, contrairement à l'analyste, connaissent le marché et les concurrentes de son entreprise. De plus, ces mesures prennent en compte non seulement la concurrence nationale mais encore celle qui provient de l'étranger. Enfin, en utilisant de nombreux aspects de la concurrence, nous tenons compte du fait que celle-ci est un concept multidimensionnel et ne saurait être mesurée par une seule variable (Wright, 2011).

3.2. Les données de l'enquête communautaire sur l'innovation

Les données de notre étude proviennent de quatre vagues d'enquête communautaire sur l'innovation, ci-après «ECI», et se rapportent aux périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010. Notre échantillon comprend 480 entreprises qui ont pris part à au moins deux enquêtes consécutives sur toute la

période 2002-2010 (voir la figure 1). Nous considérons cinq secteurs d'activité à savoir les industries manufacturières à basse et à haute technologie, les activités de services à faible et à forte intensité de connaissance et le secteur de la production et de la distribution de l'électricité, de l'eau et du gaz (ci-après «EGA»). Les secteurs d'activité comprennent des industries définies selon la nomenclature des activités économiques dans la Communauté européenne (NACE Rév. 2) considérée à un niveau à deux chiffres. Les industries manufacturières à basse et à haute technologie, respectivement «low-tech» et «high-tech», sont définies par Eurostat sur la base de l'intensité de la R&D définie comme le rapport entre les dépenses de R&D et la valeur ajoutée. Quant aux activités de services à faible et à forte intensité de connaissance, respectivement «LKIS» et «KIS», elles sont définies par Eurostat sur la base du pourcentage d'employés ayant un diplôme d'enseignement supérieur.¹ La plupart de ces entreprises appartiennent au secteur des services à forte intensité de connaissance et, à un degré moindre, aux industries manufacturières à basse technologie. De façon plus détaillée, ces entreprises ont leurs activités principales dans les secteurs de l'information et de la communication, de la finance et de l'assurance, et du commerce de gros.

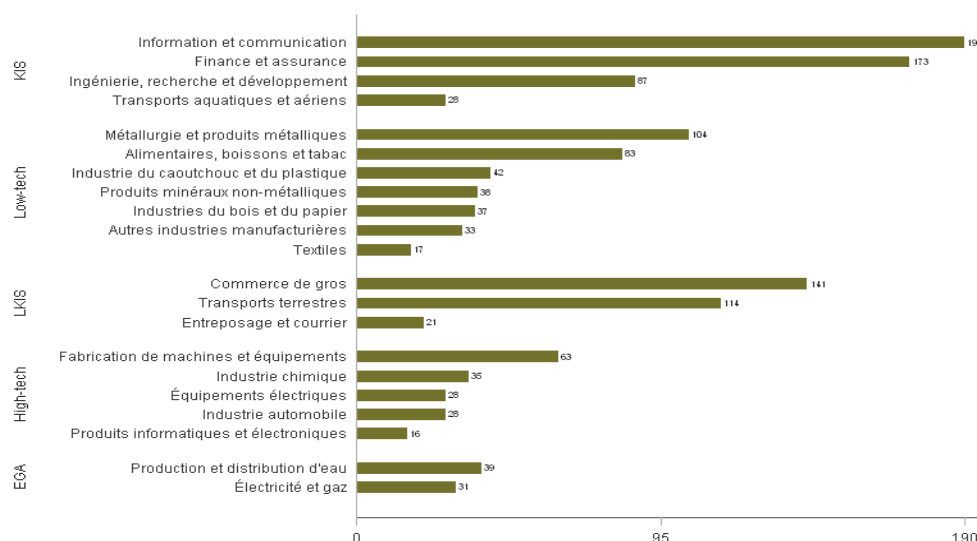
Figure 1: Distribution du nombre d'entreprises ayant pris part à au moins deux vagues d'ECI



Remarque: "1" signifie que l'entreprise est présente dans une vague d'enquête ECI, à savoir la catégorie "1..." correspond aux entreprises d'enquête CIS 2002-2004; la catégorie "11.." correspond aux entreprises qui sont présentes dans l'enquête CIS 2002-2004 et CIS 2004-2006, mais qui ne sont pas présentes dans l'enquête CIS 2006-2008 et CIS 2008-2010, etc.

Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

¹ Pour plus de détails sur ces taxonomies, voir http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_SDDS/EN/htec_esms.htm et http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_SDDS/Annexes/htec_esms_an3.pdf.

Figure 2: Nombre d'observations par secteur d'activité

Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

3.2.1 Les mesures de l'intensité de la concurrence

Les mesures de l'intensité de la concurrence utilisées dans notre étude comprennent quatre variables dichotomiques que l'on note par CP1-CP4 et qui prennent la valeur 1 si le niveau de la concurrence perçue par les entreprises est élevé ou moyennement élevé. Cette concurrence est jugée par rapport aux attributs suivants:

CP1: votre position sur le marché est menacée par l'entrée de nouveaux concurrents.

CP2: vos technologies de production de biens et services changent rapidement.

CP3: vos produits sont vite périmés.¹

CP4: les produits de vos concurrents se substituent facilement à ceux de votre entreprise.

3.2.2 Les mesures de l'innovation

Les mesures de l'innovation comprennent une variable indicatrice des dépenses totales d'innovation et deux variables dichotomiques relatives à l'introduction d'innovations de produits et de procédés. Les dépenses totales d'innovation comprennent les dépenses de R&D interne et externe; l'acquisition de machines, d'équipements et de logiciels et l'acquisition d'autres connaissances externes. L'innovation de produits correspond à l'introduction sur le marché d'un bien ou d'un service qui est nouveau ou amélioré de manière significative quant à ses fonctionnalités. L'innovation

de procédés correspond à la mise en œuvre d'une technologie de production, d'une méthode de distribution ou d'une activité de support nouvelle ou modifiée de manière significative. Ici, la nouveauté ou l'amélioration est à considérer au niveau de l'entreprise. En d'autres termes, les produits ou procédés ne sont pas nécessairement nouveaux pour le secteur d'activité ou le marché de l'entreprise.

3.2.3 Statistiques descriptives

Le tableau 1 montre les moyennes des mesures de la concurrence perçue et de l'innovation technologique des entreprises respectivement sur les périodes 2002-2008 et 2002-2010.² Tout d'abord, la perception de la concurrence et la proportion d'entreprises innovantes sont très faibles dans le secteur de la production et de la distribution d'électricité, de gaz et d'eau. Ces statistiques sur la concurrence perçue reflètent la structure monopolistique de ce secteur. Ainsi, En 2010, l'acteur principal sur le marché de détail de l'électricité, c'est-à-dire Enovos, détenait 85% de part de marché et les trois plus grandes compagnies de distribution d'électricité détenaient 94% de part de marché.

La perception de la concurrence varie selon la dimension de la concurrence et selon le secteur d'activité. La menace de voir de nouveaux entrants sur le marché (CP1) est plus fortement perçue dans les

¹ À noter qu'un produit désigne un bien ou service.

² Les mesures de l'innovation sont disponibles dans les quatre vagues de l'ECI tandis que celles de l'intensité de la concurrence perçue ne sont disponibles que pour les trois premières vagues.

secteurs à basse technologie et à faible intensité de connaissance, ce qui corrobore le fait que le niveau des coûts d'entrée est moins élevé dans ces secteurs que dans les secteurs à haute technologie et à forte intensité de connaissance. Quant à la concurrence perçue à travers les technologies de production qui

changent rapidement, les produits qui sont vite périmés et les produits qui peuvent être facilement remplacés par ceux des concurrents, elle est jugée plus forte dans les secteurs à haute technologie et à forte intensité de connaissance. Enfin, la proportion d'entreprises innovantes est aussi plus élevée dans les secteurs à haute technologie et à forte intensité de connaissance.

Tableau 1: L'intensité de la concurrence perçue et l'innovation technologique par secteur d'activité

Secteur	Concurrence perçue				Innovation		
	CP1	CP2	CP3	CP4	Dépenses	Produits	Procédés
Manufacture	0.64	0.56	0.47	0.70	0.58	0.48	0.42
Low-tech	0.66	0.51	0.44	0.68	0.47	0.39	0.39
High-tech	0.63	0.65	0.53	0.75	0.82	0.66	0.49
Services	0.62	0.56	0.53	0.63	0.50	0.46	0.40
LKIS	0.70	0.51	0.47	0.64	0.32	0.28	0.29
KIS	0.58	0.59	0.57	0.63	0.61	0.57	0.46
EGA	0.47	0.32	0.26	0.45	0.37	0.26	0.26
Total	0.62	0.55	0.50	0.65	0.53	0.46	0.40

Source: analyse des auteurs. Données: périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 du ECI.

Tableau 2: Corrélations tétrachoriques entre la concurrence perçue à l'instant t-1 et l'innovation technologique à l'instant t au cours de la période 2002-2010

	Concurrence perçue				Innovation		
	CP1	CP2	CP3	CP4	Dépenses	Produits	Procédés
Concurrence perçue							
CP1	1						
CP2	0.17**	1					
CP3	0.18**	0.73**	1				
CP4	0.33**	0.18**	0.10 ⁺	1			
Innovation technologique							
Dépenses	0.05	0.28**	0.30**	0.08	1		
Produits	0.04	0.22**	0.22**	0.14 ⁺	0.87**	1	
Procédés	0.04	0.19**	0.22**	0.06	0.80**	0.60**	1

Niveau de significativité: ⁺: 10% * : 5% ** : 1%

Source: analyse des auteurs. Données: périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 du ECI.

Le tableau 2 montre des coefficients de corrélation tétrachorique entre la concurrence perçue et la performance technologique des entreprises sur la période 2002-2010. Tout d'abord, l'on observe une relation positive et significative entre les différentes mesures de concurrence, ce qui reflète sa nature multidimensionnelle (voir Wright, 2011). Cette relation est particulièrement importante entre CP2 et CP3. En d'autres termes, la concurrence perçue à travers les technologies de production qui changent rapidement et celle perçue à travers les produits qui deviennent rapidement obsolètes sont fortement liées. Les différentes activités innovantes quant à elles sont fortement liées les unes aux autres. En ce qui concerne la relation entre la concurrence perçue et l'innovation technologique, elle n'est significative que lorsque la concurrence est mesurée par CP2 ou CP3. En d'autres termes, au Luxembourg l'entreprise est incitée à entreprendre des activités innovantes lorsqu'elle se sent menacée par des entreprises

concurrentes qui utilisent des technologies de production plus performantes et qui proposent des produits plus modernes.

Les coefficients de corrélation reportés au tableau 2 ne tiennent pas compte de l'effet d'autres variables explicatives sur le comportement innovant des entreprises. Pour prendre en compte l'effet de ces autres variables, nous allons estimer un modèle économétrique dynamique en utilisant comme variables expliquées trois mesures dichotomiques relatives aux dépenses totales d'innovation, à l'introduction d'innovations de produits et à l'introduction d'innovations de procédés. Les variables explicatives principales sont les quatre mesures de la concurrence perçue mentionnées ci-avant. Pour isoler l'effet d'autres variables explicatives sur les activités innovantes, des variables de contrôle portant sur le statut de conglomérat de l'entreprise, sur sa taille, sur le niveau de qualification de ses employés et sur

l'accès à des subventions sont incluses dans la spécification. Le tableau 3 montre des statistiques descriptives sur ces variables de contrôle qui sont toutes dichotomiques à l'exception de la variable continue portant sur le nombre d'employés. Les entreprises de notre analyse sont pour la plupart indépendantes (42%) ou des multinationales (36%). Les valeurs moyenne et médiane du nombre d'employés sont respectivement 211 et 70. Pour un

quart des entreprises, moins de 5% de leur effectif possèdent un diplôme universitaire, et pour 28% d'entre elles, plus de la moitié de leur effectif possèdent un tel diplôme. Enfin, 34% des entreprises innovantes ont reçu des subventions du gouvernement luxembourgeois ou de l'Union européenne sur la période 2002-2010. Ce pourcentage diminue de près de la moitié lorsque l'on considère aussi les entreprises non-innovantes.

Tableau 3: Statistiques descriptives des variables de contrôle au cours de la période 2002-2010

Variable	Moyenne	Médiane	Écart-type	Minimum	Maximum
Statut de conglomerat					
Indépendant	0.42	-	-	0	1
Conglomerat local	0.22	-	-	0	1
Multinationale	0.36	-	-	0	1
Nombre d'employés	211	70	509	10	6 491
% d'effectif ayant un diplôme universitaire					
<5%	0.25	-	-	0	1
[5%, 50%]	0.47	-	-	0	1
>50%	0.28	-	-	0	1
Subventions					
Entreprises innovantes	0.34	-	-	0	1
Toutes les entreprises	0.18	-	-	0	1

Source: analyse des auteurs. Données: périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 du ECI.

3.3. La stratégie empirique

Le modèle économétrique comprend trois équations dont les variables dépendantes sont des indicatrices portant sur les dépenses totales d'innovation que l'on note par *dépenses* et sur l'introduction d'innovations de produits et de procédés que l'on note respectivement par *produits* et *procédés*. Ces trois variables sont fonction des quatre mesures de la concurrence perçue que l'on inclut dans un vecteur nommé **concurrence** et des variables de contrôle incluses dans un vecteur nommé **contrôles**. Étant donné que l'on dispose de données de panel, chaque variable est écrite avec un indice d'individu *i* et un indice de temps *t*. Ainsi, le comportement innovant des entreprises à la période *t* dépend de leur comportement innovant à la période *t* - 1 dans le but de capter la persistance qui est une caractéristique intrinsèque du processus d'innovation (voir par exemple Blundell et al., 1999; Raymond et al., 2010). Pour éviter toute endogénéité de la concurrence (voir Futia, 1980) et de l'accès aux subventions (voir Wallsten, 2000), ces variables sont aussi prises à la période *t* - 1. Les moyennes conditionnelles du modèle s'écrivent sous la forme suivante:

$$E(\text{dépenses}_{it} | \dots) = f_1(\text{dépenses}_{i,t-1}, \text{concurrence}_{i,t-1}, \text{contrôles}_{it}, \alpha_{1i}, \mu_{1t}; \theta_1),$$

$$E(\text{produits}_{it} | \dots) = f_2(\text{produits}_{i,t-1}, \text{dépenses}_{it}, \text{contrôles}_{it}, \alpha_{2i}, \mu_{2t}; \theta_2),$$

$$E(\text{procédés}_{it} | \dots) = f_3(\text{procédés}_{i,t-1}, \text{dépenses}_{it}, \text{contrôles}_{it}, \alpha_{3i}, \mu_{3t}; \theta_3).$$

Les fonctions *f* sont des fonctions non linéaires des variables explicatives et les termes α et μ captent respectivement les effets spécifiques à l'entreprise et au temps. Ces derniers sont pris en compte dans l'estimation par l'inclusion respective d'indicatrices sectorielles et temporelles. Les vecteurs θ du modèle contiennent les coefficients à estimer.

Nous nous focalisons sur la dynamique du processus d'innovation et sur la relation entre la concurrence perçue par les entreprises et leur comportement innovant.¹

¹ Pour plus de détails sur l'estimation des coefficients et des effets partiels moyens du modèle, le lecteur est prié de consulter Raymond et Plotnikova (2014). Les résultats de plusieurs variantes du modèle notamment ceux portant sur les effets des variables de contrôle *y* sont aussi présentés.

3.3.1 La dynamique dans le processus d'innovation

Tout d'abord, les résultats indiquent la présence de la dynamique dans le processus d'innovation des entreprises luxembourgeoises. En d'autres termes, une entreprise qui a investi dans des activités d'innovation par le passé est plus à même d'investir dans de telles activités dans le présent. Toutes choses égales par ailleurs, la probabilité de s'adonner à de telles activités à l'instant t sachant qu'on s'y est adonné à l'instant $t-1$ augmente de 0,26 sur l'intervalle unitaire. De plus, l'entreprise qui investit à l'instant t ou qui a investi à l'instant $t-1$ a plus de chance d'introduire de nouveaux produits ou de nouveaux procédés. Les probabilités pour une telle entreprise d'introduire de nouveaux produits augmentent respectivement de 0,66 et 0,17 sur l'intervalle unitaire. Dans le cas de l'innovation de procédés, ces probabilités augmentent de 0,63 et 0,16 sur le même intervalle. L'introduction d'innovations de produits ou de procédés est moins persistante néanmoins que l'investissement dans des activités d'innovation. Les probabilités d'être une entreprise innovatrice persistante sont de 0,11 pour les innovations de produits et de 0,05 pour les innovations de procédés. Elles sont en effet inférieures et de manière significative à la probabilité d'être une entreprise investisseuse persistante qui est de 0,26. Cela est dû aux risques souvent élevés d'échec liés au processus d'innovation.

3.3.2 Le rôle de la concurrence perçue

Les résultats montrent qu'une perception élevée ou moyennement élevée de la concurrence n'a aucun effet sur les activités innovantes des entreprises lorsque ces dernières considèrent la concurrence par rapport à leur position sur le marché qui se trouve menacée par l'entrée de nouveaux concurrents (CP1), ou par rapport à leurs technologies de production qui deviennent rapidement inadéquates (CP2) ou enfin par rapport aux produits des concurrents qui sont facilement substituables aux leurs (CP4). Par contre, une perception élevée ou moyennement élevée de la menace d'entreprises concurrentes qui proposent des produits plus performants (CP3) incite les entreprises à entreprendre des activités d'innovation et à finalement introduire de nouveaux produits ou de nouveaux procédés. Cette dimension de la concurrence augmente les probabilités d'investissement et de performance technologique de 0,10 et de 0,07. Si l'on exclut cette variable CP3 de la spécification du modèle, la dimension CP2 devient significative. En d'autres termes, la menace de voir ses technologies de production devenir rapidement inadéquates se traduit finalement par la menace de voir ses produits devenir rapidement obsolètes. À noter que ces deux dimensions de la concurrence sont les plus fortement corrélées, voir le tableau 2. À la lumière de ces résultats, il convient de noter l'importance d'une régression multiple par rapport à de simples corrélations telles que reportées au tableau 2. Au contraire de ces dernières, la régression multiple permet d'estimer des effets partiels en isolant les effets d'autres variables explicatives sur le comportement innovant des entreprises. Le tableau 4 reporte les estimations des effets partiels moyens (EPM) du modèle et de leur écart-type.

Tableau 4: L'estimation par maximum de vraisemblance à information complète de la relation entre la concurrence perçue et les activités innovantes

Variables dépendantes	Dépenses _{<i>t</i>}		Produits _{<i>t</i>}		Procédés _{<i>t</i>}	
	EPM	Écart-type	EPM	Écart-type	EPM	Écart-type
Activités innovantes						
Dépenses _{<i>t</i>}	-	-	0.655**	0.050	0.625**	0.041
Dépenses _{<i>t-1</i>}	0.262**	0.039	0.173**	0.028	0.164**	0.027
Produits _{<i>t-1</i>}	-	-	0.106**	0.028	-	-
Procédés _{<i>t-1</i>}	-	-	-	-	0.048 ⁺	0.026
Concurrence _{<i>t-1</i>}						
CP1	0.002	0.030	0.001	0.019	0.001	0.018
CP2	0.018	0.033	0.012	0.022	0.011	0.021
CP3	0.103**	0.035	0.068**	0.023	0.065**	0.022
CP4	-0.015	0.031	-0.010	0.020	-0.009	0.019
# observations						

Niveau de significativité: ⁺: 10% * : 5% ** : 1%

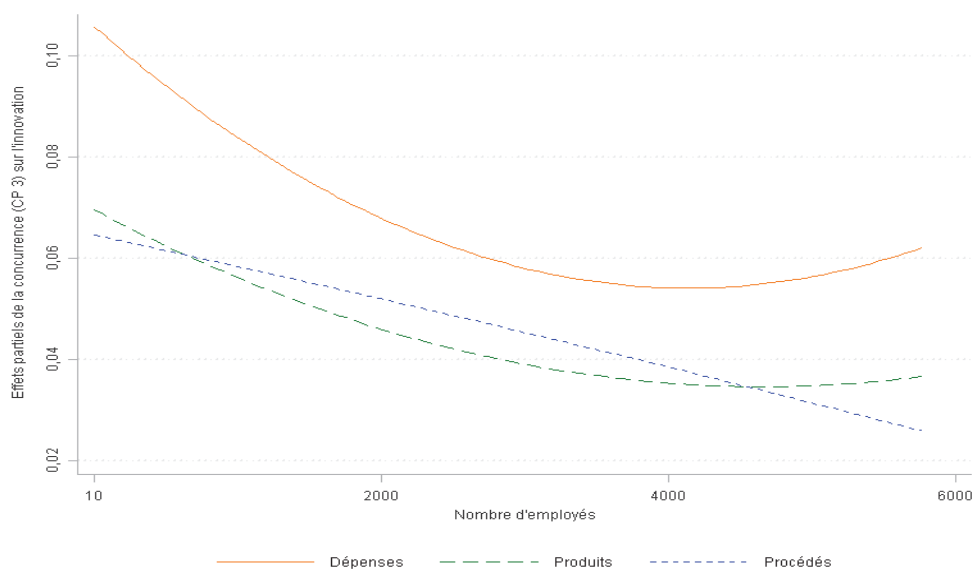
Source: analyse des auteurs. Données: périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 du ECI.

3.4. Conclusions et recommandations de politique économique

Les figures 3 et 4 montrent les effets partiels de la concurrence relative aux produits plus performants (la dimension de la concurrence qui est significative) sur l'innovation selon la taille et le secteur d'activité de l'entreprise. Nous pouvons en tirer quelques recommandations politiques.

Tout d'abord, la figure 3 indique que les effets partiels de la concurrence diminuent à mesure que la taille de l'entreprise augmente. En d'autres termes, lorsqu'elles sont exposées à la concurrence, les petites et moyennes entreprises (PME) ressentent plus le besoin d'investir dans des activités d'innovation et d'introduire de nouveaux produits et procédés que les grandes entreprises. En effet, les PME sont moins diversifiées que les grandes entreprises et sont donc plus contraintes de garder leurs gammes (plutôt étroites) de produits à jour (Aron, 1988).

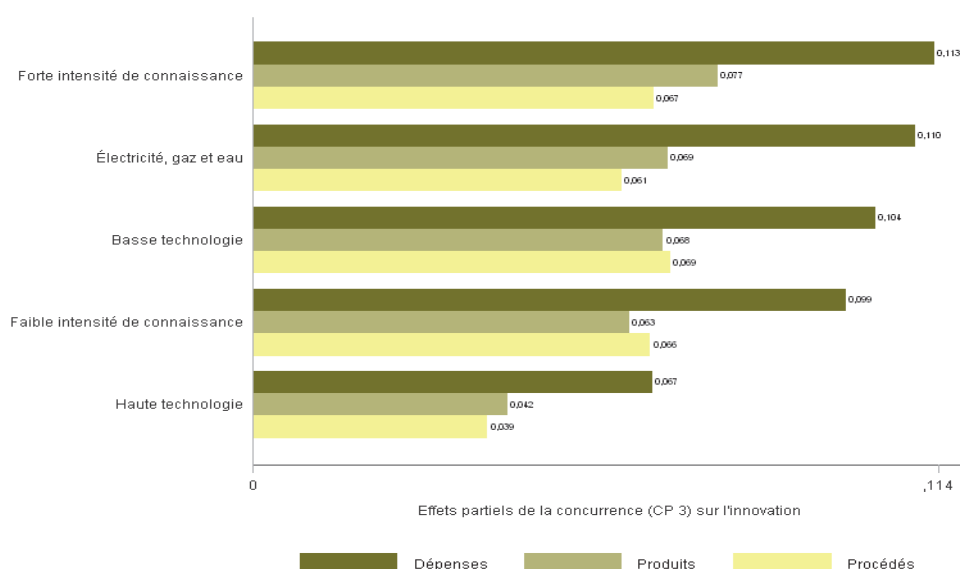
Figure 3: Les effets partiels de la concurrence relative aux produits plus performants sur l'innovation selon la taille de l'entreprise



Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

Ainsi, toute mesure susceptible de stimuler l'innovation suite à une augmentation de la concurrence, telle que les crédits d'impôt, devrait de préférence cibler les PME au détriment des grandes

entreprises. Les PME devraient aussi être encouragées à se développer et surtout à se diversifier pour mieux se prémunir contre une plus forte concurrence.

Figure 4: Les effets partiels de la concurrence relative aux produits plus performants sur l'innovation selon le secteur d'activité

Source: ECI périodes 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008 et 2008-2010 – Analyse des auteurs.

La figure 4 indique que les effets partiels de la dimension CP3 de la concurrence sur les trois activités innovantes ne sont pas significativement différents dans les secteurs des services à faible et à forte intensité de connaissance, dans les industries manufacturières à basse technologie et dans le secteur de l'électricité, du gaz et de l'eau. Les effets partiels dans ces quatre secteurs sont significativement plus élevés que dans les industries manufacturières à haute technologie. Étant donné les niveaux déjà élevés de cette dimension de la

concurrence et des activités innovantes dans les industries manufacturières à haute technologie (voir le tableau 1), promouvoir de la concurrence dans ces industries n'engendrerait que très peu d'activités d'innovation supplémentaires. Par contre, le secteur de l'électricité, du gaz et de l'eau caractérisé par une forte concentration et un faible niveau d'activités innovantes est la cible idéale pour toute politique incitative d'innovation via une augmentation de la concurrence.

3.5. Références

AGHION, P., BLOOM, N., BLUNDELL, R., GRIFFITH, R., HOWITT, P., 2005. Competition and innovation: An inverted-U relationship. *Quarterly Journal of Economics* 120, 701-728.

ARON, D. J., 1988. Ability, moral hazard, firm size and diversification. *RAND Journal of Economics* 19, 72-87.

ARROW, K. J., 1962. Economic welfare and the allocation of resources for invention. In: Nelson, R. (Ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton University Press (for NBER), pp. 609-626.

BLUNDELL, R., GRIFFITH, R., VAN REENEN, J., 1999. Market share, market value and innovation in a panel of british manufacturing firms. *Review of Economic Studies* 66, 529-554.

BOONE, J., 2008. A new way to measure competition. *Economic Journal* 118, 1245-1261.

Everitt, B. S., 2002. *The Cambridge Dictionary of Statistics*, 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge.

FUTIA, C. A., 1980. Schumpeterian competition. *Quarterly Journal of Economics* 94, 675–695.

RAYMOND, W., MOHNEN, P., PALM, F., SCHIM VAN DER LOEFF, S., 2010. Persistence of innovation in Dutch manufacturing: Is it spurious? *Review of Economics and Statistics* 92, 495–504.

RAYMOND, W., PLOTNIKOVA, T., 2014. How does firms' perceived competition affect technological innovation in Luxembourg, Working Papers du STATEC (forthcoming).

SCHERER, F., 1967. Market structure and the employment of scientists and engineers. *American Economic Review* 57, 524–531.

SCHUMPETER, J. A., 1942. *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper and Brothers, New York.

WALLSTEN, S. J., 2000. The effects of government–industry R&D programs on private R&D: The case of the small business innovation research program. *RAND Journal of Economics* 31, 82–100.

WRIGHT, J. D., 2011. Antitrust, multidimensional competition, and innovation: Do we have an antitrust-relevant theory of competition now? In: Manne, G. A., Wright, J. D. (Eds.), *Regulating Innovation: Competition Policy and Patent Law Under Uncertainty*. Cambridge University Press, pp. 228–251.

III Compétitivité hors coût : effets sur l'emploi et la productivité du travail

1. Comportements en matière de TIC et d'innovation et productivité apparente des entreprises européennes

Leila BEN AOUN – PELTIER

Cette publication est le résultat d'une collaboration internationale des instituts nationaux de statistiques coordonnés par EUROSTAT. Le projet «ESSNET on linking micro-data on ICT usage¹» a permis de mettre en relation des indicateurs d'habitude étudiés séparément avec un indicateur de performance: la productivité apparente du travail. Les comparaisons internationales ont été rendues possibles par la création d'une base originale.

En principe, on anticipe un écart de productivité croissant avec la part de salariés connectés à Internet mais ce n'est pas toujours le cas. La même hétérogénéité apparaît lorsqu'on s'intéresse à la présence d'experts TIC ou à l'utilisation de logiciels de gestion de l'entreprise. Enfin on confirme de manière générale la relation positive entre entreprises innovantes et productivité apparente du travail.

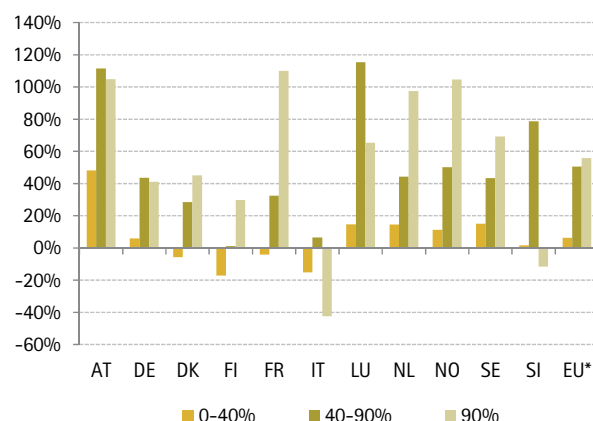
Dans l'industrie, les entreprises où le personnel est connecté à Internet ont une productivité plus élevée mais pas dans tous les pays.

En 2008, dans la plupart des pays d'Europe objets de la comparaison, la productivité apparente du travail est supérieure dans les entreprises industrielles dont une partie au moins des employés est connectée à Internet. La productivité du travail des entreprises dont les employés sont connectés pour moins de 40% d'entre eux est supérieure de 6% à celle des entreprises de l'industrie n'ayant pas d'employé connecté. L'écart est considérable lorsque la part d'employés connectés est supérieure à 40%: de 50% supérieure pour celles ayant 40% à 90% d'employés connectés et de 56% supérieure pour celles dont plus de 90% des employés sont connectés. Cette moyenne recouvre des différences notables selon les pays.

Au Luxembourg comme en Autriche, quelle que soit la part d'employés connectés dans les entreprises de l'industrie, leur productivité est plus élevée que dans celles où aucun employé n'est connecté. Les entreprises industrielles dont 40% à 90% des employés sont connectés à Internet présentent un

niveau de productivité du travail plus de deux fois plus élevé.

Figure 1: Ecart de productivité selon la proportion d'employés connectés – Industrie



Sources: SBS & EC 2008, ESSNET

En revanche, dans certains pays, les performances des entreprises dans lesquelles il n'y a pas d'employé connecté sont supérieures à celles dont moins de 40% des employés sont connectés: c'est le cas notamment pour la Finlande (-17%) ou l'Italie (-15%). De plus, il y a des pays dans lesquels la productivité des entreprises dont plus de 90% des employés sont connectés est encore plus largement inférieure à celle des entreprises dont les employés ne sont pas connectés comme en Italie (-42%).

Dans les services, les entreprises dans lesquelles plus 40% du personnel est connecté à Internet ont une productivité presque toujours supérieure.

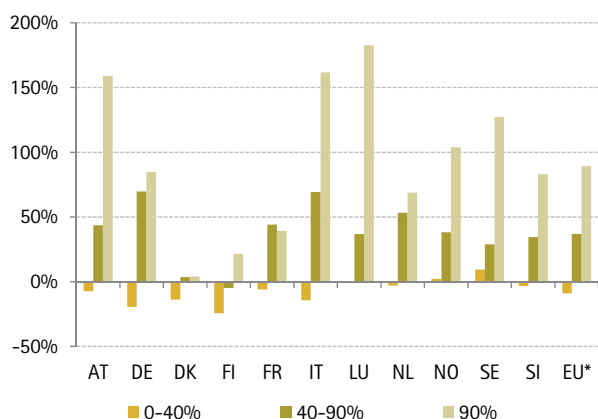
Les entreprises des services qui ont moins de 40% de leurs salariés connectés ont en moyenne une productivité de 9% inférieure à celle des entreprises dont aucun salarié n'a accès à Internet. Les pays pour lesquels ce phénomène est le plus important sont la Finlande (-24%) et l'Allemagne (-20%).

Cependant au-delà du seuil des 40% de personnes connectées à Internet, la productivité des entreprises des services est toujours supérieure: de +37% dans les entreprises dont 40 à 90 % des employés sont connectés, voire même de 89% pour celles dont plus de 90% des employés sont connectés. Les pays pour

¹ Les informations à propos de ce projet se trouvent à l'adresse suivante: <http://www.dragon155.startdedicated.com/>

lesquels ces écarts sont particulièrement importants sont le Luxembourg (+183%), l'Italie (+162%), l'Autriche (+159%), et la Suède (+127%).

Figure 2: Ecart de productivité selon la proportion d'employés connectés – Services

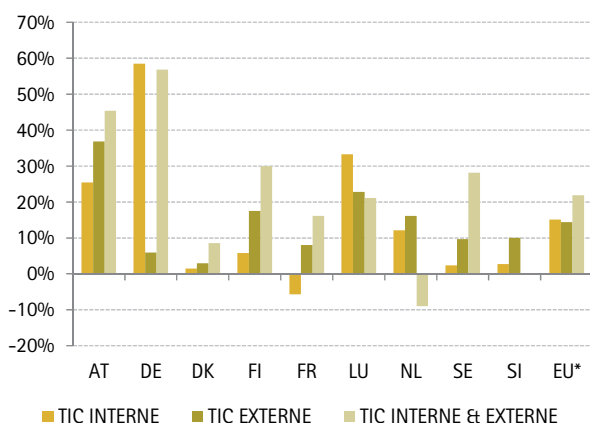


Sources: SBS & EC 2008, ESSNET

L'appel à des spécialistes des TIC est presque toujours associé à une plus forte productivité.

Dans l'industrie, lorsqu'une entreprise s'appuie sur des spécialistes en TIC en interne ou en externe, sa productivité est plus élevée de +15% en moyenne. Lorsque les entreprises font appel à des ressources TIC en interne et en externe alors l'écart de niveau de la productivité du travail est supérieur de +22%.

Figure 3: Ecart de productivité du travail des entreprises selon la présence de personnel spécialisé en TIC – Industrie



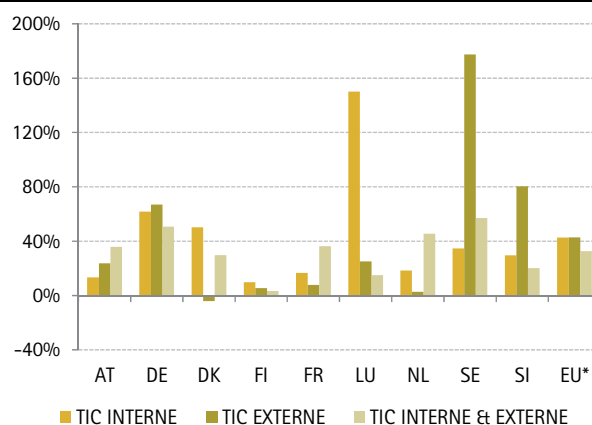
Sources: SBS & EC 2006, ESSNET

De nouveau, les niveaux de productivité apparente du travail obtenus selon qu'il s'agit de faire appel à des experts internes ou externes ou d'une combinaison des deux varient d'un pays à l'autre.

En France, la productivité est plus faible (-6 %) dans les entreprises industrielles qui emploient des spécialistes TIC en interne exclusivement (comparé à celles qui n'ont pas de personnel spécialisé en TIC). Dans les autres pays, l'emploi de spécialiste interne s'accompagne d'une productivité un peu plus élevée (2% au Danemark) ou beaucoup plus élevée (58% en Allemagne).

Les entreprises industrielles qui internalisent le personnel TIC en Allemagne et au Luxembourg ont la plus forte productivité (+58% respectivement +33%). Tandis qu'aux Pays-Bas ce sont les entreprises qui externalisent le personnel TIC qui ont la plus forte productivité (+16%). Ailleurs, c'est le fait de combiner des spécialistes TIC internes et externes qui est associé à une plus grande productivité. C'est le cas notamment pour l'Autriche (+45%), la Finlande (+30%), ou la France (+16%).

Figure 4: Ecart de productivité du travail des entreprises selon la présence de personnel spécialisé en TIC – Services



Sources: SBS & EC 2006, ESSNET

Dans les services, les entreprises qui font appel à des spécialistes TIC ont une productivité plus élevée (+43%) qu'il s'agisse d'experts internes ou externes. Toutefois, le fait de combiner les deux solutions est associé à un écart de productivité toujours positif mais plus faible (+33%).

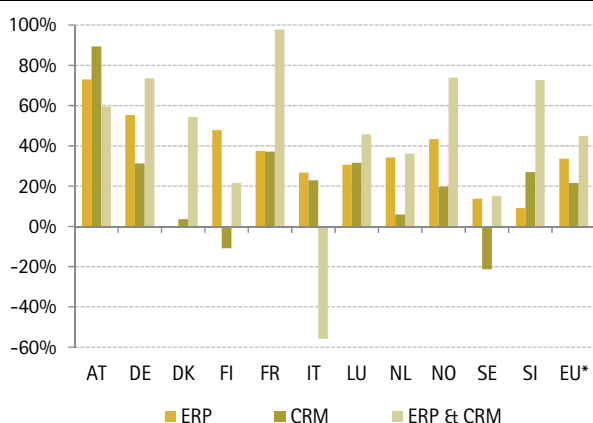
Dans certains pays, comme l'Allemagne, la Suède et la Slovaquie le niveau de productivité maximal s'observe pour les entreprises des services qui font seulement appel à des spécialistes TIC externes. Au Luxembourg, au Danemark et en Finlande, ce sont les entreprises qui font appel à leurs propres équipes de spécialistes TIC internes qui ont l'écart de productivité le plus élevé. Enfin, en Autriche, au Danemark, en France, au Pays-Bas ce sont les entreprises où l'on combine des

spécialistes à la fois en interne et en externe qui connaissent les productivités les plus élevées.

Une relation positive entre adoption de progiciel front-office ou back-office et productivité du travail.

Selon Eurostat, en 2012, 26% des entreprises de 10 salariés et plus ont adopté un progiciel de gestion de la relation client (CRM, Customer Relationship Management) et seulement 22% un progiciel de gestion intégré (ERP, Enterprise Resource Planning). Les deux outils sont complémentaires, le premier s'adressant à la relation entreprise-client, tandis que le second permet d'optimiser le processus de production.

Figure 5: Ecart de productivité du travail des entreprises qui ont adopté un progiciel – Industrie



Sources: SBS & EC 2008, ESSNET

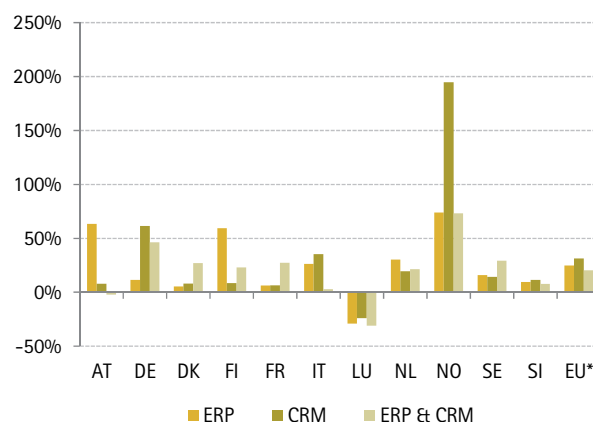
Les entreprises de l'industrie qui ont adopté un progiciel de relation client (CRM) sans l'associer à un progiciel de gestion intégré ont une productivité du travail de 21% supérieure à celles qui n'en ont pas introduit et l'écart atteint +31% au Luxembourg. En Suède et en Finlande les entreprises de l'industrie qui n'introduisent que le CRM enregistrent même un niveau de productivité inférieur à celui des entreprises qui n'introduisent aucun progiciel (respectivement, écarts de productivité de -21% et -11%).

Dans tous les pays, à l'exception du Danemark, les entreprises industrielles dans lesquelles seul un ERP a été introduit ont une productivité plus forte que celles qui ne l'ont pas fait. L'écart va de +9% en Slovénie à 73% en Autriche. Au Luxembourg l'écart est de +31%.

Sauf en Italie, introduire à la fois des progiciels CRM et ERP est associé à une plus forte productivité (+45%) avec un minimum observé en Suède (+15%) et le maximum en France (+98%). Au Luxembourg, les entreprises industrielles ayant adopté ces deux types

de progiciel ont une productivité de 46% supérieure à celle des entreprises qui n'en sont pas dotées.

Figure 6: Ecart de productivité du travail des entreprises qui ont adopté un progiciel – Services



Sources: SBS & EC 2008, ESSNET

Dans les services, les entreprises qui ont adopté un progiciel CRM ont une productivité du travail supérieure de +31% sauf au Luxembourg (-24%). L'écart positif est le plus faible en France (+6%) et le plus élevé en Norvège (+195%).

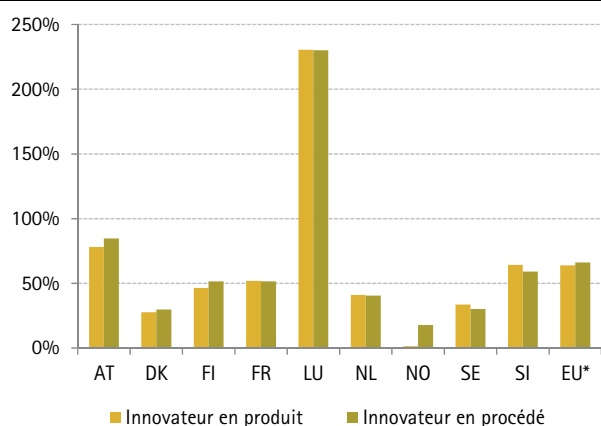
L'écart de productivité des entreprises ayant adopté un ERP, varie de +5% au Danemark à +74% en Norvège. En moyenne, cet écart est plus faible que pour les entreprises industrielles (+25% contre +34%).

Enfin, le fait de cumuler ERP et CRM dans les services est, comme dans l'industrie, associée à un écart de productivité positif quoique plus faible (+20%). Le Luxembourg est le seul pays où quel que soit le type d'outil envisagé, les résultats en terme de productivité moyenne sont supérieurs pour les entreprises qui n'ont pas introduit de progiciel.

Les entreprises innovantes ont plus de gains de productivité

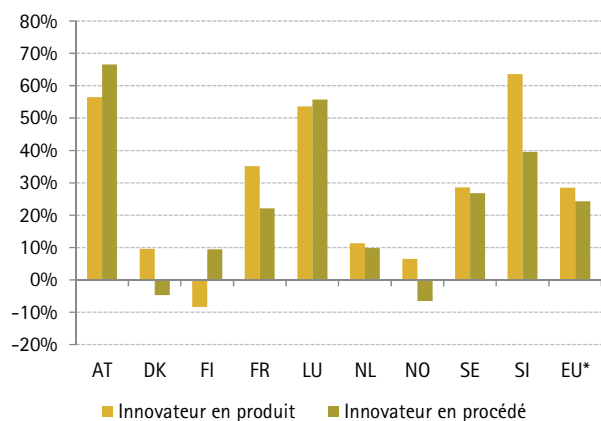
Les entreprises innovantes ont une productivité du travail plus élevée dans les branches de l'industrie comme dans les services.

Dans l'industrie, l'introduction d'une innovation de produit ou de procédé est associée à une plus forte productivité, et l'écart à la productivité des entreprises non innovante est de même ampleur (respectivement 64% et 66%).

Figure 7: Ecart de productivité du travail des entreprises innovantes – Industrie

Sources: SBS & EC 2008, ESSNET

Les disparités entre pays restent fortes. En effet, en Norvège les entreprises innovantes (en produit) ont une productivité du travail quasi égale à celle des entreprises qui n'innovent pas, tandis qu'au Luxembourg les entreprises innovantes (en produit ou procédé) ont une productivité trois fois supérieure à celle des non-innovantes.

Figure 8: Ecart de productivité du travail des entreprises innovantes – Services

Sources: SBS & EC 2008, ESSNET

Dans les services, les résultats par pays et par type d'innovation sont plus contrastés que dans l'industrie. Les écarts de productivité sont négatifs pour le Danemark (-5%), la Norvège (-7%) et la Finlande (-

8%). A l'opposé, en Autriche, en Slovénie et au Luxembourg, la productivité du travail est plus élevée d'au moins 50% dans les entreprises innovantes quel que soit le type d'innovation considéré.

Note Méthodologique:

Ces indicateurs ont été calculés grâce au projet «ESSnet on Linking of Microdata on ICT Usage» regroupant 14 pays européens dont le Luxembourg. Le STATEC a collaboré pendant 2 ans à ce groupe de travail international visant à lier diverses sources de données afin d'obtenir des indicateurs avancés et comparables. Cette étude a permis de fusionner 3 sources de données: l'enquête sur la structure des entreprises, l'enquête communautaire sur l'utilisation des TIC au sein des entreprises, et l'enquête communautaire sur l'innovation. Du fait de cette fusion, seules les entreprises de 10 salariés et plus sont considérées. Par ailleurs, étant donné l'ampleur du projet, tous les pays n'ont pas pu communiquer tous les indicateurs par manque d'information ou pour des raisons de confidentialités. Enfin, la période de référence varie selon la disponibilité de l'information, et bien que certains indicateurs semblent dépassés, il s'agit pour de la dernière année disponible au moment de l'étude ou encore à l'heure actuelle. De ce fait, les résultats peuvent dévier des statistiques publiées sur le portail du STATEC.

La productivité (apparente) du travail est mesurée par la valeur ajoutée déflatée rapportée au nombre d'employés de l'entreprise.

L'écart de productivité est mesuré comme le rapport entre la productivité moyenne observée si l'entreprise adopte le comportement étudié et la productivité moyenne de celles qui ne le font pas.

Exemple:

P_0 : Productivité des entreprises dont les salariés ne sont pas connectés à Internet.

P_1 : Productivité des entreprises dont 40% des salariés sont connectés à Internet.

Ecart de productivité = $100 * [(P_1 - P_0) / P_0]$

2. Impact économique de la formation professionnelle continue au Luxembourg

Jean-Marie THOSS, Professeur en sciences économiques et sociales au Lycée classique de Diekirch

L'essor de la formation professionnelle continue (FPC) dans les pays industrialisés confirme que celle-ci est perçue au niveau politique comme un facteur important de la croissance économique¹. Ainsi, «lors du Conseil européen de Santa Maria de Feira (19 et 20 juin 2000), le Luxembourg, comme tous les États membres de l'Union européenne, s'est engagé à mettre en place une stratégie nationale cohérente du Lifelong Learning afin d'atteindre les objectifs en matière de croissance et de connaissance retenus dans la stratégie de Lisbonne²».

Selon la plus récente mouture (2013, p. 21) du «Programme national de réforme du Grand-Duché de Luxembourg» établi par le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, «l'apprentissage tout au long de la vie est un facteur clé dans la politique gouvernementale. En effet, un bon niveau de formation initiale et continue améliore considérablement les chances de maintien dans l'emploi, ou de revenir rapidement à l'emploi. De même, les entreprises tirent profit de la formation de leurs salariés notamment à travers une compétitivité accrue.»

D'après l'Observatoire de la Compétitivité du Ministère de l'Économie et du Commerce extérieur (2012, p. 83), «les salariés profitent beaucoup de la formation professionnelle [continue] au Luxembourg. Les entreprises semblent investir en formation continue afin d'augmenter leur productivité en adaptant les qualifications de leurs employés. La formation continue peut également être vue comme une sorte de récompense que les entreprises offrent à leurs employés».

Les paragraphes qui précèdent soulignent que les niveaux politiques du Luxembourg et de l'Europe perçoivent la FPC comme un vecteur important pour

atteindre de multiples objectifs économiques comme la croissance économique, le maintien dans l'emploi, la réintégration dans le monde du travail, la productivité et la compétitivité.

Le but de la présente étude est d'évaluer d'un point de vue économique l'intérêt et l'apport de la FPC. La mesure des retombées économiques, qui sont présumées être positives, visera les dimensions productivité et salaires.

Dans un premier temps une revue de la littérature économique existante tant au niveau luxembourgeois qu'international sera établie. Ensuite, les retombées économiques seront jaugées par l'application de méthodes économétriques à des données luxembourgeoises fournies par le STATEC.

Peu d'auteurs semblent s'être consacrés à la FPC fournie par les entreprises au Luxembourg. Mentionnons les travaux de Houssemand et Martin (1995), de Houssemand, Beaufils et Warner (2001), de Houssemand (2002), de Houssemand et Voz (2007) et finalement de Cécile de Puydt et Paul Reiff (2012), qui ont mis en évidence les principaux résultats de l'enquête sur la formation professionnelle continue dans les entreprises luxembourgeoises.

2.1. Revue de la littérature

Depuis de nombreuses années, les économistes du travail mettent l'accent de leur recherche sur la FPC ce qui a permis d'offrir bon nombre de perspectives théoriques et empiriques. Dans la suite de ce point, quelques enseignements importants qui ressortent de la littérature économique consacrée à l'impact de la FPC seront mis en évidence.

2.1.1 FPC et croissance économique

Selon Anders Nilsson (2010), la preuve des effets positifs de l'enseignement sur la productivité est assez solide au niveau des entreprises, par contre la preuve de l'effet sur la croissance économique globale est loin d'être concluante.

La recherche relative à l'effet de la FPC sur la croissance économique est peu abondante et la FPC est habituellement comprise dans la variable de

¹ Cette contribution constitue un résumé du travail de candidature de l'auteur. La version intégrale de ce travail de candidature peut être obtenue en envoyant un e-mail à l'adresse suivante: jean-marie.thoss@education.lu.

² Ministère de l'Éducation Nationale (2012) p. 5 et communiqué de presse du 3 décembre 2012: «Le Conseil de gouvernement du 23 novembre 2012 a approuvé le livre blanc sur la stratégie nationale en matière de Lifelong Learning soumis par la ministre de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle Mady Delvaux-Stehres.»

capital humain. Dans cet ordre d'idées, Siegfried Hanhart et al (2006, p. 13) sont d'avis que «le lien entre la croissance économique et la formation professionnelle continue n'a pas été démontré de manière rigoureuse».

2.1.2 Approche microéconomique de la FPC

Contrairement au nombre très limité d'auteurs qui se sont penchés sur l'impact de la FPC sur la croissance économique, plus nombreux sont les auteurs qui ont estimé l'impact économique de la FPC au niveau des entreprises individuelles ou des branches d'activité. Leurs analyses se sont concentrées essentiellement sur le lien entre, d'une part, la FPC et, d'autre part, la productivité et/ou les salaires.

Gary S. Becker (1962, 1975 et 1993) et Jacob Mincer (1974) sont à l'origine de la théorie du capital humain qui demeure le modèle standard pour l'analyse de la FPC. Dans ce modèle, la FPC est considérée comme un investissement dans le capital humain qui est assuré par les entreprises afin d'accroître la productivité des travailleurs. Cette augmentation de la productivité représente une rente qui peut entraîner soit un profit plus élevé, soit un salaire plus élevé.

Becker (1993, pp. 33-51), a établi une nette distinction entre la formation générale et la formation spécifique. D'une part, la formation générale est non seulement utile pour l'entreprise formatrice mais, également, pour un nombre élevé d'entreprises. Par conséquent, les entreprises ne fournissent de la formation générale que si elles ne doivent pas en supporter les coûts. Par contre, les bénéficiaires de la formation générale sont prêts à payer ces coûts, puisque la formation augmente leur salaire futur. Ainsi, les salariés financent eux-mêmes l'augmentation de leur propre capital humain général. D'autre part, la formation spécifique augmente des compétences qui ne sont pas transférables vers d'autres entreprises. En revanche, étant donné que la formation spécifique n'entraîne ni augmentation de la productivité ni hausse salariale auprès d'autres entreprises, l'entreprise formatrice sera prête à partager les coûts de la formation.

Jacob Mincer (1974, p. 2) a proposé comme concept opérationnel de base la fonction des gains du capital humain par laquelle les revenus et les investissements en capital humain sont mis en relation. Cet auteur a montré que l'inclusion dans la fonction des gains d'une mesure, même rudimentaire, des «investissements postsecondaires» dans le capital humain en plus de la scolarité formelle permet de faire avancer l'analyse de la répartition des revenus. Mincer

(1974, p. 32) conclut qu'au sein des groupes de travailleurs ayant le même niveau de scolarité et le même âge, l'inégalité des revenus est loin d'être négligeable. Une des raisons qui expliquent cela est la différence de comportement d'investissement postsecondaire dans le capital humain qui comprend, entre autres, la FPC (job training).

Études examinant l'impact de la FPC sur la productivité

Ann P. Bartel (1991, pp. 18-19) a utilisé des données relatives aux politiques de personnel et de caractéristiques économiques d'entreprises du secteur industriel aux États-Unis. Sa principale conclusion est que les entreprises qui affichaient des niveaux de productivité inférieurs à ceux attendus en 1983 et qui ont mis en œuvre de nouveaux programmes de formation après 1983, ont affiché une croissance significativement plus forte de leur productivité du travail entre 1983 et 1986. Cette croissance élevée de la productivité était suffisante pour permettre à ces entreprises de rattraper le niveau de productivité d'entreprises comparables en 1986.

Alan Barrett et Philip J. O'Connell (2001) ont utilisé un ensemble de données au niveau des entreprises pour l'Irlande. Ces auteurs ont d'abord estimé l'effet de tous les types de formations sur la croissance de la productivité pour trouver un effet positif et statistiquement significatif. Le fait que les données couvraient à la fois la formation générale et la formation spécifique a permis à ces auteurs de tester les effets des deux types de formation sur la croissance de la productivité. Ils trouvent que la formation spécifique n'a pas d'effet statistiquement significatif sur la croissance de la productivité, alors que la formation générale a un effet positif statistiquement significatif. Leur interprétation de la différence observée au niveau de l'impact des deux types de formation est que les employés sont au courant que la formation générale peut leur être utile en dehors de l'emploi actuel. Par conséquent, il semble raisonnable de penser qu'ils réagissent différemment à la forme la plus précieuse de formation. Considérons d'abord la formation comme une activité de production dont l'output est le capital humain. L'output ne provient pas simplement de l'investissement de l'employeur en matière de formation, mais d'un effort conjoint par l'employeur et le salarié. L'employeur peut bel et bien fournir la formation, mais la mesure dans laquelle ces activités de formation sont transformées en capital humain dépend des efforts que le salarié consacre à l'apprentissage et à l'application des nouvelles compétences. Différents types de formation peuvent

créer des incitations différentes pour les salariés de faire des efforts en matière de formation. En raison de sa transférabilité, la formation générale offre l'avantage supplémentaire au salarié de renforcer son employabilité. Si le salarié est licencié ou s'il souhaite quitter son employeur actuel, la formation générale acquise peut être utilisée ailleurs, contrairement à la formation spécifique. Ainsi, les salariés sont susceptibles de consacrer davantage d'efforts à la formation générale qu'à la formation spécifique. Cette attitude des salariés explique, à son tour, les effets de productivité plus élevés de la formation générale. Une deuxième interprétation proposée par Barrett et O'Connell de l'impact relatif des formations générale et spécifique se concentre également sur les réactions des salariés par rapport à la formation mais qui est basé sur la littérature du salaire d'efficience et sur la littérature sur les contrats psychologiques. Les auteurs ont repris l'idée d'Akerlof que les entreprises peuvent payer leurs salariés au-dessus du salaire courant et que ce paiement est essentiellement un cadeau. Les salariés réagissent en offrant un cadeau en retour, à savoir un effort accru. Le salarié peut donc interpréter l'offre de formation générale dans le sens que l'employeur le considère comme étant un élément central de l'entreprise, ce qui signifie que sa position est plus permanente que celle des salariés qui n'ont pas profité de la formation. L'absence de soucis de l'employeur à propos de la portabilité de la formation générale, peut être interprétée par le salarié comme un signe qu'il pourra rester dans l'entreprise. En envoyant un tel signal et en favorisant un sentiment d'appartenance à l'entreprise, l'employeur peut gagner la loyauté du salarié. La conviction des salariés dans l'attachement à l'entreprise les amène à exercer plus d'efforts et d'accroître leur productivité. Cette interprétation de la formation générale proposée par Barrett et O'Connell est en flagrante contradiction avec l'approche de Becker, qui considère que la formation générale augmente la probabilité qu'un individu quitte l'entreprise.

Une étude de Thomas Zwick (2006) montre que l'augmentation de l'intensité de la formation a un effet positif et significatif sur la productivité des firmes en Allemagne. Zwick tient compte de la sélectivité de la formation en utilisant les pénuries de compétences attendues et les activités du service du personnel comme instruments qui expliquent la décision d'offrir des formations. En outre, l'hétérogénéité non observée est corrigée par le biais d'une estimation de panel à effets fixes. Si les deux sources de biais d'estimation sont contrôlées simultanément, les estimations indiquent que la hausse de l'intensité de la formation dans la première

moitié de l'année 1997 d'un point de pourcentage permet d'augmenter la productivité moyenne de la firme d'environ 0,76 point de pourcentage au cours de la période allant de 1998 à 2001. Ces estimations de Zwick montrent que le biais de sélection réduit l'impact mesuré de la formation sur la productivité. Par conséquent, les firmes intensifient stratégiquement la formation quand elles anticipent des lacunes de qualifications et si elles veulent couvrir leurs besoins en qualifications principalement par leurs propres efforts de formation au lieu d'embaucher de la main-d'œuvre qualifiée sur le marché du travail. Il peut être conclu que des firmes proposant davantage de formation sont motivées par leur volonté de regagner de la compétitivité et de combler les lacunes au niveau des qualifications puisque la formation est un moyen adéquat pour réduire les écarts par rapport aux concurrents.

Études examinant l'impact de la FPC continue sur les salaires

Richard Blundell, Lorraine Dearden and Costas Meghir (1996) se sont penchés sur les déterminants et les effets de différents types de formation. Ils ont constaté que les personnes plus instruites ont une plus grande probabilité de participer à la FPC, ce qui confirme les résultats de recherches antérieures conduites en Grande-Bretagne et aux États-Unis au sujet des déterminants de la formation. Ils ont également constaté que les hommes ont une probabilité nettement plus élevée de recevoir une formation que les femmes. Quant au rendement estimé, leurs résultats suggèrent que, pour les hommes, d'entreprendre une formation fournie par l'employeur confère un avantage salarial significatif. Cet effet a été plus prononcé si la formation a lieu en dehors du travail et a abouti à une qualification professionnelle plus élevée. En ce qui concerne les femmes, les résultats suggèrent que l'impact de la formation fournie par l'employeur est un peu faible, mais un impact plus important de formations menant à des qualifications.

Daron Acemoglu et Jörn-Steffen Pischke (1998 et 1999) ont proposé une nouvelle théorie de la formation et ont présenté des preuves empiriques pour l'Allemagne en faveur de leur théorie. Contrairement à Becker, ils sont d'avis que les entreprises devraient payer pour la formation générale de leurs employés ce qui est d'ailleurs une pratique courante sur le marché du travail. À cet égard, ces auteurs ont souligné l'importance des frictions et des institutions du marché du travail. Ils ont également constaté que les marchés du travail frictionnels et réglementés peuvent encourager les entreprises à

payer pour la formation. Ils considèrent comme la preuve de leur argument l'existence de nombreux programmes de formation générale financés par les entreprises, tels que le système d'apprentissage allemand, et le fait que les employeurs américains envoient leurs travailleurs à des centres de formation professionnelle et technique sans réduire leurs salaires. En outre, le fait que les entreprises semblent contribuer davantage à la formation générale en Europe et au Japon, qui ont des marchés plus réglementés et frictionnels, confirme également leur approche.

Une analyse d'Alison L. Booth et de Mark L. Bryan (2002), élaborée sur base des données du «British Household Panel Survey», montre que les employeurs paient effectivement pour la formation générale. Ils présentent plusieurs éléments de preuve pour cela. Tout d'abord, à partir des données brutes, ils savent que la formation est considérée comme générale par les salariés qui l'ont suivie et que la plupart de la formation est payée par les employeurs. Deuxièmement, ils constatent que la formation financée par l'employeur augmente les salaires, tant dans les entreprises actuelles que les entreprises futures, avec la preuve que l'impact dans les entreprises futures est plus grand, surtout pour une formation accréditée.

Une étude des auteurs Anja Kuckulenz et Thomas Zwick (2003) ajoute deux aspects à la littérature sur les effets de la formation sur les revenus. Premièrement, l'effet revenu de la formation est estimé pour différents «types» de salariés, en différenciant selon le niveau de qualification, l'expérience, l'ancienneté dans l'emploi, et d'autres caractéristiques personnelles des salariés et de l'employeur. Deuxièmement, ces auteurs distinguent l'impact sur les revenus de différentes formes de formation. Pour leur analyse, les auteurs ont appliqué le «Qualification and Career survey», qui comprend des informations relatives à 0,1% de toutes les personnes employées en Allemagne en 1998/1999. La méthode des variables instrumentales a permis de tenir compte de l'endogénéité de la participation à la formation. De plus, en se servant d'une longue liste de caractéristiques de l'employé et de l'employeur, ces auteurs ont essayé d'éviter un biais de variables omises. Ils ont trouvé un impact significativement positif de la formation sur les revenus. La formation comprend les éléments suivants: cours et séminaires, participation à des foires commerciales, conférences, formation sur le tas, les cercles de qualité, des tâches spéciales, et la lecture de littérature spécialisée. Après avoir tenu compte du biais d'endogénéité, l'effet de la formation sur les revenus augmente de 0,10 à 0,15.

L'effet de la formation sur les revenus est différent à travers les classes hétérogènes d'agents. Les travailleurs hautement qualifiés bénéficient davantage de la formation que les travailleurs peu qualifiés, les débutants profitent davantage de la formation que les travailleurs ayant une longue ancienneté dans l'emploi, et les salariés avec des contrats à durée déterminée profitent moins de la formation que ceux qui ont un contrat à durée indéterminée.

Études examinant l'impact de la FPC sur la productivité et les salaires

John M. Barron, Mark C. Berger et Dan A. Black (1999) ont examiné les relations entre la FPC, les salaires de départ, la croissance des salaires et la croissance de la productivité. Leurs modèles suggèrent que les formations ont un léger impact baissant sur les salaires de départ. Ces auteurs ont posé directement des questions aux entreprises pour connaître leur pratique en matière de salaires de départ pour arriver à la conclusion que les entreprises paient des salaires de départ plus élevés que d'habitude aux travailleurs nécessitant moins de formation, mais qu'elles ne paient pas de salaires de départ plus bas aux travailleurs qui nécessitent plus de formation que d'habitude. En contraste avec les effets sur la croissance des salaires, ils trouvent un impact important et robuste de la formation sur la croissance de la productivité, ce qui suggère, selon ces auteurs, que les entreprises supportent la plus grande partie du coût lié à la formation et qu'elles engrangent la plupart des rendements de la formation.

Lorraine Dearden, Howard Reed et John Van Reenen (2000 et 2005) ont examiné les effets de la formation sur la productivité industrielle par le biais d'un panel d'industries britanniques entre 1983 et 1996. Plutôt que de simplement employer les salaires comme mesure de la productivité, ils ont utilisé des mesures directes de la productivité. Ces trois auteurs mettent en oeuvre toute une variété de techniques de données de panel pour soutenir que la formation augmente de manière significative la productivité. La littérature existante a sous-estimé les effets de la formation pour deux raisons. D'abord, la formation a été considérée par nombre d'auteurs comme une variable exogène alors qu'en réalité les entreprises peuvent décider de réaffecter les travailleurs à la formation lorsque la demande (et donc la productivité) est faible. Deuxièmement, selon ces auteurs, les estimations des effets de la formation sur les salaires sont environ la moitié de la taille des effets sur la productivité industrielle. Il est trompeur d'ignorer que les entreprises tirent des profits plus élevés de la formation. Ces effets sont importants du point de vue

économique. Par exemple, augmenter la proportion de salariés «formés» dans une industrie de 5 points de pourcentage (disons de la moyenne de 10% à 15%) est associé à une augmentation de 4% de la valeur ajoutée par travailleur et une hausse de 1,6% des salaires.

Une analyse empirique rédigée par Anja Kuckulenz (2006) au niveau sectoriel en Allemagne, fournit la preuve d'un partage de la rente résultant de la formation entre les entreprises et les salariés. En effet, l'auteure montre, qu'en moyenne, les employeurs et les salariés profitent à la fois de l'investissement dans le capital humain puisque l'augmentation de l'intensité de la formation augmente à la fois la valeur ajoutée par travailleur ainsi que les salaires horaires moyens. L'effet de la formation sur la productivité est environ trois fois plus élevé que l'effet sur les salaires. En outre, la formation a un impact décalé sur la productivité, mais pas sur le niveau des salaires.

René Böheim, Nicole Schneeweis et Ines Mendes (2007) ont examiné le lien entre productivité et FPC pour le secteur manufacturier et le secteur des services en Autriche. Le papier en question analyse les données issues de l'enquête européenne CVTS en combinaison avec des indicateurs de la productivité et des enquêtes sur la structure des entreprises des années 1999 à 2005. Cette contribution est particulièrement intéressante puisque les données CVTS collectées par le STATEC pour le Luxembourg seront utilisées dans le cadre de la présente analyse. L'estimation préférée des auteurs (Pooled) fournit une élasticité de l'ordre de 0,04. Cela signifie que les entreprises qui dépensent deux fois plus en FPC ont une productivité qui est d'environ 4% supérieure à celle d'entreprises comparables. D'autres estimations (modèle à décalage temporel) indiquent une corrélation significative à moyen terme entre la FPC et la productivité. Cependant, l'élasticité est légèrement inférieure dans ce cas avec environ 0,02. Ces corrélations positives ne permettent pourtant pas de conclure qu'il y a une causalité entre FPC et productivité en raison de l'existence d'effets de sélection et du problème de la causalité inverse. Les effets de sélection proviennent du fait que la décision d'une entreprise à investir dans la FPC n'est pas prise de façon aléatoire mais qu'elle est influencée par le rendement attendu. Les entreprises ne se distinguent pas seulement au niveau de leurs caractéristiques observables que l'on peut contrôler dans les régressions, mais également au niveau de caractéristiques non observées qui affectent à la fois la décision d'investir en FPC et la productivité. Pour résoudre ce problème, les auteurs estiment un modèle de panel. Ils ont analysé si les entreprises qui ont

augmenté leur investissement en FPC entre 1999 et 2005, ont également enregistré une croissance plus élevée de leur productivité que les entreprises dont les dépenses en FPC n'ont pas progressé. L'élasticité est de 0,02. Une autre estimation effectuée par Böheim et al indique qu'une partie de valeur ajoutée supplémentaire créée grâce à la FPC est versée aux salariés. En résumé, on peut dire que la FPC et la productivité des entreprises autrichiennes sont liées positivement. Finalement, les données disponibles ne permettent pas de déterminer si la FPC a un impact positif sur la productivité ou si les entreprises les plus productives investissent davantage dans leurs salariés.

Les résultats des études présentées ci-dessus semblent quelque peu mitigés même si la plus grande partie des études trouvent un impact positif de la FPC sur la productivité et/ou les salaires. Certaines études suggèrent que l'effet de la FPC sur la productivité est plus important que celui sur les salaires. Globalement, la littérature examinée permet d'anticiper un impact positif de la FPC sur la productivité et/ou les salaires au Luxembourg.

2.2. Analyse empirique – Impact de la FPC sur la productivité et les salaires au niveau des branches

Cette partie de l'étude a pour objet d'examiner l'effet de la FPC sur la productivité et les salaires.

2.2.1 Modèle utilisé

Le modèle théorique utilisé dans la littérature internationale (cf. Bartel, 1995; Dearden et al, 2005; Böheim et al, 2007) pour représenter le lien entre la production de biens et services et les facteurs de production tels que le capital et le travail est la fonction de production Cobb-Douglas.

$$Y_i = A_i K_i^\beta L_i^\gamma \quad (1)$$

Dans cette équation on peut introduire une distinction entre le facteur travail qui suit des cours de FPC et le facteur travail qui ne suit pas des cours de FPC¹.

$$Y_i = A_i K_i^\beta (LU_i + \tau LT_i)^\gamma \quad (2)$$

A est un paramètre supérieur à zéro qui mesure la productivité de la technologie disponible dans la

¹ Böheim et al (2006): pp. 4-5.

branche considérée. LU et LT représentent le nombre d'employés respectivement non-formés ou formés. τ représente la différence de productivité qui s'explique par la FPC. τ est supérieur à 1 si la FPC permet d'augmenter la productivité. Y correspond au niveau de production, K à celui du capital et L ($L = LU + LT$) à celui du travail. β et γ sont les contributions du capital K et du travail à la production Y.

On peut en déduire l'équation suivante afin d'estimer la production pour un moment donné t:

$$\ln Y_i = \alpha + \beta X_i + \theta T_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

Avec Y_i est la production, X_i le vecteur des caractéristiques des branches expliquant la productivité comme le capital utilisé, l'emploi, la composition de l'emploi, la distinction entre temps partiel et temps plein etc. et T_i l'indicateur relatif à l'intensité de la FPC. θ est alors le coefficient pertinent qui permet de déduire s'il existe un lien entre l'intensité de la FPC et la productivité. Logiquement on s'attend à un lien statistique positif entre l'intensité de la FPC et la productivité (donc $\theta > 0$).

2.2.2 Description des données

Plusieurs types de données permettent d'estimer ces effets.

Bon nombre d'analyses sur ces sujets sont basées sur des micro-données relatives à des entreprises individuelles.

Par contre, Lorraine Dearden, Howard Reed et John Van Reenen (2000) ont montré qu'il est également possible d'utiliser des données agrégées au niveau des branches pour analyser l'impact de la formation sur les salaires et la productivité. Le niveau d'agrégation choisi par ces auteurs pour leur panel a permis de définir 99 différents regroupements d'activités économiques pour le Royaume-Uni sur une période de 14 ans ce qui correspond à 1 388 observations. En réalité, le nombre d'observations effectivement utilisées dans les estimations a dû être réduit respectivement à 1 144 et 968 en raison de limitations constatées au niveau des données.

Anja Kuckulenz (2006) a utilisé un panel composé de 52 branches industrielles pour l'Allemagne pour la période allant de 1996 à 2002, ce qui correspond donc à quelque 364 observations.

Selon Dearden et al (2000), l'avantage d'utiliser des données agrégées au niveau des branches est que les

effets externes de la formation entre les entreprises d'une même branche sont inclus.

L'approche par branche est également appliquée dans la présente contribution. Contrairement aux travaux précités, la présente étude utilise des données en coupe instantanée pour la seule année 2010 et non pas de données de panel collectées sur plusieurs années.

Les données CVTS ont été agrégées au niveau de 28 branches et ont été combinées avec les données des branches tirées des comptes nationaux luxembourgeois et de l'enquête sur la structure des salaires. Par conséquent, la présente étude se base sur 28 observations par variable, ce qui est nettement inférieur aux nombres d'observations utilisées par Dearden et al et par Kuckulenz.

Toutes les variables issues des trois sources statistiques ainsi que de brèves descriptions de celles-ci, des statistiques descriptives y relatives, ainsi que les sources statistiques sont indiquées au tableau 1 rapporté ci-dessous.

A l'instar de l'approche choisie par Böheim et al (2007), la présente étude utilise la valeur ajoutée brute pour mesurer la productivité des branches. La valeur ajoutée brute est exprimée, premièrement, par heure travaillée et, deuxièmement, par salarié. Ces deux variables sont utilisées comme variables dépendantes du modèle. Dans l'échantillon, la valeur ajoutée brute par heure travaillée affichait une moyenne d'environ 59 € et la valeur brute ajoutée par personne employée presque 105 000 €.

Dans un second temps, l'étude examine la relation entre la FPC et le salaire horaire. Le salaire horaire moyen des 28 branches a été de 27,25 €. Quant aux variables explicatives, l'intensité de la FPC est décrite par les heures payées consacrées en 2010 à trois types de FPC (FPC tous types confondus, cours internes et cours externes) et par le pourcentage de salariés qui ont suivi des cours de formation (cours internes ou externes ainsi que tous cours confondus). Les heures consacrées à la FPC sont exprimées en heures par salarié. Les ouvriers ont passé en moyenne quelque 24 heures payées en 2010 dans les cours de FPC. En moyenne, 87% des salariés ont suivi une action ou plusieurs actions de FPC. L'enquête CVTS 2010 comprend également deux pourcentages qui mesurent l'intensité de la FPC en 2009 («pourcentage de salariés avec cours internes et/ou cours externes, 2009» et «pourcentage de salariés avec d'autres formations, 2009»).

La fonction de production (voir équation 2 plus haut) fait la distinction entre capital et travail (travailleurs formés et travailleurs non-formés). Pour l'analyse empirique, il est impératif de bien décrire le capital (K) qui est utilisé au niveau des branches.

Les actifs nets par salarié peuvent être utilisés comme indicateur du capital des entreprises. Les branches luxembourgeoises sous examen ont, en moyenne, eu des actifs nets par salarié de quelque 134 000 €. En outre, les investissements, qui représentent une source de variation du capital, sont divisés en investissements totaux et en investissements dans les logiciels. Les branches examinées ont investi, en moyenne, par salarié environ 18 764 € en 2010 dans tous les types d'investissements confondus et quelque 1 145 € dans les logiciels.

Tableau 1: Description des variables

Variables	Description	Sources	Moyenne	Écart-type
Variables dépendantes				
VABHEUR	Valeur ajoutée brute en volume, par heure travaillée, en €, 2010	Comptes nationaux, CVTS	59.36	57.17
VABSALARIE	Valeur ajoutée brute en volume, par salarié, en €, 2010	Comptes nationaux, CVTS	104 921.7	97 208.97
SALHORAIRE	Coût salarial horaire, en €, 2010	CVTS	27.25	8.81
Formation continue				
HEURFPC	Nombre d'heures payées consacrées à la formation continue, par salarié, 2010	CVTS	23.63	19.49
HEURFPCCI	Nombre d'heures payées consacrées aux cours internes, par salarié, 2010	CVTS	13.54	13.02
HEURFPCCE	Nombre d'heures payées consacrées aux cours externes, par salarié, 2010	CVTS	8.94	9.41
PCSALCICE	Pourcentage de salariés avec cours internes ou cours externes, 2010	CVTS	84.75	13.16
PCSALCICEAU	Pourcentage de salariés avec cours internes ou cours internes ou autres formations, 2010	CVTS	87.12	11.90
PCSALCICE09	Pourcentage de salariés avec cours internes et/ou cours externes, 2009	CVTS	65.36	20.18
PCSALAU09	Pourcentage de salariés avec d'autres formations, 2009	CVTS	33.93	16.48
Personnel				
EMPTOT	Emploi au 31/12/2010 - total	CVTS	8 535.64	9 207.67
PCTEMPAR	Pourcentage de travailleurs à temps partiel	Enquête sur la structure des salaires	10.32	7.53
PCENSUP	Pourcentage de travailleurs diplômés de l'enseignement supérieur	Enquête sur la structure des salaires	27.07	23.89
PCCOLBLAN	Pourcentage de travailleurs à col blanc	Enquête sur la structure des salaires	57.43	28.55
PCTRAVQUAL	Pourcentage de travailleurs qualifiés	Enquête sur la structure des salaires	51.71	23.71
Capital				
FBCFTOT	Formation brute de capital fixe total par salarié en volume, en €, 2010	Comptes nationaux, CVTS	18 764.06	28 189.05
FBCFSOFT	Formation brute de capital fixe en software par salarié en volume, en €, 2010	Comptes nationaux, CVTS	1 145.96	1 792.53
ACTIFSNETS	Actifs nets par salarié en volume total, 2010	Comptes nationaux, CVTS	134 365.00	206 256.80
Autre variable de contrôle				
PCINNO	Pourcentage d'entreprises innovantes	CVTS	23.71	11.51

Note: Toutes les variables se rapportent à l'année 2010, sauf PCSALCICE09 et PCSALAU09 qui se rapportent à l'année 2009.

Le facteur de production travail (L) est représenté, entre autres, par l'emploi total, la proportion de travailleurs à temps partiel, le pourcentage de salariés diplômés de l'enseignement supérieur, la part de salariés à col blanc et de travailleurs qualifiés. Ces variables sont utilisées dans l'analyse empirique, puisque la structure de l'emploi peut affecter la productivité.

Le caractère innovant (ou non-innovant) des branches est également intégré comme variable explicative dans les régressions puisqu'il peut être attendu que les firmes les plus innovantes sont également les plus productives.

2.2.3 Méthode d'estimation et effets de la FPC sur la productivité

Le présent travail s'inspire largement des spécifications retenues et des estimations effectuées par Böheim et al (2007, pp. 20-31 et pp. 41-59) au niveau de l'Autriche puisque leur étude a également recours aux données issues de l'enquête CVTS.

Cependant, il est important de noter qu'il y a plusieurs différences entre l'approche retenue dans la présente analyse et l'étude de Böheim et al:

- Comme indiqué déjà plus haut, la présente étude se base sur 28 observations (branches) relatives à la vague 2010 de l'enquête CVTS, alors que le papier autrichien utilise des données relatives aux entreprises individuelles interrogées au cours de deux vagues de l'enquête CVTS, à savoir 1999 et 2005. Ainsi, Böheim et al (2007, pp. 9-10) ont eu à leur disposition, selon les différentes spécifications, 3 350 observations (spécification pooled), 406 observations (panel) et 1 739 observations (lagged).
- Les coûts de la FPC ne sont pas disponibles pour le Luxembourg ce qui est regrettable puisque les coefficients estimés par Böheim et al (2007, pp. 41 et 46) pour cette variable sont hautement significatifs alors que leurs coefficients relatifs aux heures de FPC ne sont pas significatifs.
- La présente étude utilise les pourcentages de salariés qui ont participé à des mesures de la FPC ce qui n'est pas le cas dans l'étude de Böheim et al.
- A l'image de l'approche proposée par Böheim et al, s'y ajoutent des variables explicatives liées aux caractéristiques productives des branches telles que le capital et l'emploi utilisé. L'utilisation d'un grand vecteur d'autres variables explicatives, à part des variables d'intérêt relatives à la FPC, permet d'éviter le biais de variables omises (Zwick, 2006, p. 30).

Les coefficients des spécifications décrites ci-dessous ont été estimés par la méthode des moindres carrés ordinaires. Toutes les variables expliquées et explicatives sont exprimées en logarithme naturel. Il s'agit donc de modèles log-log. Selon Damodar Gujarati (1988, p. 145), une des caractéristiques intéressantes du modèle log-log, qui l'a rendu populaire dans les travaux appliqués, c'est que les coefficients estimés mesurent l'élasticité de Y par rapport à X.

Estimation des effets de la FPC sur la productivité sans décalage de la mesure de l'intensité de la FPC

Dans un premier temps, l'étude examinera l'impact immédiat de la FPC sans introduire de décalage temporel dans les modèles estimés. Ainsi, toutes les variables se rapportent à l'année 2010.

Cette partie de l'analyse permet de tirer les conclusions suivantes:

- Contrairement à ce qui a été attendu, les coefficients relatifs à l'intensité de la FPC (mesurée en 2010) ne sont pas significativement différents de 0. On ne peut donc pas exclure, sur base des données utilisées, que la FPC de l'année 2010 n'explique pas la valeur ajoutée par salarié ou la valeur ajoutée par heure travaillée de 2010.
- Le pourcentage de travailleurs diplômés de l'enseignement supérieur est positif et significatif dans sept des huit spécifications.
- Le coefficient de la variable entreprise innovante est significatif dans cinq des huit estimations. Cependant, le signe est négatif.
- Tous les autres coefficients, à part la constante, sont non significatifs dans toutes les spécifications.

Estimation des effets de la FPC sur la productivité avec décalage de la mesure de l'intensité de la FPC

Lorraine Dearden, Howard Reed et John Van Reenen (2000, p. 31) estiment que la formation actuelle, non retardée, peut être une variable inappropriée pour mesurer l'impact de la FPC sur la productivité puisque les travailleurs peuvent être moins productifs pendant la période de formation. Comme la formation n'est pas susceptible d'avoir des effets immédiats sur la productivité, Thomas Zwick (2005, p. 162) préconise l'utilisation de différents retards au niveau des variables mesurant l'intensité de la FPC.

Pour tenir compte du fait que les effets de la formation au niveau de la productivité sont susceptibles de se produire avec un certain retard, deux variables mesurant l'incidence de la FPC relative à l'année 2009, qui précèdent donc d'une année les autres variables recueillies par la vague 2010 de l'enquête CVTS, ont été utilisées dans la présente étude.

En effet, la vague de 2010 de l'enquête sur la FPC dans les entreprises luxembourgeoises (CVTS), à part les questions posées sur la FPC de l'année 2010, a également recensé des informations relatives à la FPC offerte en 2009.

Ces informations ont été obtenues grâce à l'inclusion des questions suivantes dans le questionnaire CVTS: «Votre entreprise a-t-elle offert aux salariés en 2009 des cours en interne et/ou en externe?» (question B3) et «Votre entreprise a-t-elle offert aux salariés en 2009 d'autres modes de formation professionnelle continue?» (question B4).

Ces questions ont permis d'agréger au niveau des branches les deux variables explicatives suivantes:

- PCSALCICE09: Pourcentage de salariés avec cours internes et/ou cours externes en 2009
- PCSALAU09: Pourcentage de salariés avec d'autres formations en 2009.

Par conséquent, quatre spécifications à décalage temporel des variables mesurant l'intensité de la FPC ont été retenues. Elles se distinguent au niveau du choix des variables expliquées (différentes mesures de la productivité) et des variables explicatives liées à l'intensité de la FPC:

- Spécification A: relation entre, d'une part, la productivité de 2010 mesurée par la valeur ajoutée brute par salarié et, d'autre part, le pourcentage de salariés avec cours internes et/ou cours externes en 2009.
- Spécification B: relation entre, d'une part, la productivité de 2010 mesurée par la valeur ajoutée brute par salarié et, d'autre part, le pourcentage de salariés ayant suivi d'autres formations en 2009.

- Spécification C: relation entre, d'une part, la productivité de 2010 mesurée par la valeur ajoutée brute par heure travaillée et, d'autre part, le pourcentage de salariés avec cours internes et/ou cours externes en 2009.
- Spécification D: relation entre, d'une part, la productivité de 2010 mesurée par la valeur ajoutée brute par heure travaillée et, d'autre part, le pourcentage de salariés ayant suivi d'autres formations en 2009.

Les résultats de ces quatre estimations, caractérisées par un décalage d'une année des mesures de la FPC par rapport aux autres variables dépendantes et indépendantes, sont rapportés dans le tableau suivant.

Contrairement aux résultats obtenus avec une FPC non retardée, le coefficient estimé pour une variable indépendante d'intérêt, en l'occurrence le «pourcentage de salariés avec cours internes et/ou cours externes en 2009» (PCSALCICE09), est à la fois positif et significativement différent de zéro puisque cette variable est décalée d'une année par rapport aux autres variables incluses dans les modèles.

Ce résultat est d'autant plus remarquable que la variable d'intérêt en question est une mesure très rudimentaire de la FPC. En effet, il s'agit d'un simple pourcentage alors que des informations plus détaillées, à savoir les heures de FPC par salarié, sont disponibles pour la formation offerte en 2010.

La seconde mesure de la FPC, à savoir «le pourcentage de personnes ayant participé à une autre mesure de formation en 2009», conformément aux attentes, a un signe positif. Cependant, cette variable d'intérêt est statistiquement non significative.

Tableau 2: Estimation de l'impact retardé de la FPC sur la productivité

Variable dépendante Spécification	Valeur ajoutée brute par salarié (log)		Valeur ajoutée brute par heure travaillée (log)	
	A	B	C	D
	Coefficient (écart type)			
Formation professionnelle continue				
Pourcentage de salariés avec cours internes et/ou cours externes 2009 (log)	0.4480*** (0.2248)		0.4191*** (0.2288)	
Pourcentage de salariés avec autres formations 2009 (log)		0.3318 (0.2335)		0.2725 (0.2389)
Capital				
Investissement total par salarié (log)	-0.1541 (0.1496)	-0.0777 (0.1517)	-0.1028 (0.1522)	-0.0302 (0.1552)
Investissement en software par salarié (log)	0.0381 (0.0755)	0.0538 (0.0793)	0.0709 (0.0768)	0.0860 (0.0811)
Actifs nets par salarié (log)	0.1459 (0.1520)	0.0579 (0.1597)	0.1047 (0.1547)	0.0259 (0.1634)
Personnel				
Emploi total (log)	-0.1153 (0.1048)	-0.1533 (0.1084)	-0.1199 (0.1066)	-0.1564 (0.1109)
Pourcentage de travailleurs à temps partiel (log)	0.1293 (0.2561)	0.1374 (0.2715)	0.1093 (0.2606)	0.1147 (0.2778)
Pourcentage de travailleurs diplômés de l'enseignement supérieur (log)	0.5413** (0.2305)	0.5714** (0.2430)	0.4669*** (0.2346)	0.4986*** (0.2486)
Pourcentage de travailleurs à col blanc (log)	0.0544 (0.3703)	-0.0783 (0.4062)	0.1822 (0.3768)	0.0753 (0.4156)
Pourcentage de travailleurs qualifiés (log)	-0.2262 (0.2206)	-0.3005 (0.2361)	-0.2011 (0.2244)	-0.2646 (0.2416)
Autres variables de contrôle				
Pourcentage d'entreprises "innovantes" (log)	-0.5710*** (0.2870)	-0.6391*** (0.3033)	-0.5871*** (0.2920)	-0.6484*** (0.3103)
Constante	10.5656 (3.0385)	12.6966* (3.0516)	2.7320 (3.0916)	4.7035 (3.1223)
R ² ajusté	0.5232	0.4652	0.505	0.4386

Note: Toutes les variables se rapportent à l'année 2010, sauf les variables relatives à la formation qui se rapportent à 2009. Les coefficients indiqués en gras sont significatifs au seuil de 1% (*), de 5% (**) ou de 10% (***).

2.2.4 Effets de la FPC sur les salaires

Par analogie à ce qui précède, les variables explicatives des spécifications indiquées ci-dessus ont également été mises en relation avec la variable expliquée salaire horaire.

Effets de la FPC sur les salaires sans décalage de la mesure de l'intensité de la FPC

Les résultats obtenus permettent de tirer les conclusions suivantes, similaires à celles tirées au sujet de l'impact de la FPC non retardée sur la productivité:

- Tout comme pour l'impact estimé de la FPC sur la productivité, les coefficients relatifs à l'intensité de la FPC ne sont pas significativement différents de 0 si la FPC n'est pas décalée.
- Le pourcentage de travailleurs diplômés de l'enseignement supérieur est significatif dans toutes les spécifications.

- Tous les autres coefficients, à part la constante, sont non significatifs dans toutes les spécifications.

Effets de la FPC sur les salaires avec décalage de la mesure de l'intensité de la FPC

Les résultats des différentes estimations permettent de tirer les conclusions suivantes:

- Les coefficients des deux variables explicatives reflétant la FPC en 2009 sont positifs, mais non significativement différents de zéro. Sur base des données utilisées dans le cadre de la présente étude, on peut conclure que la FPC, même décalée d'une période, n'a pas d'effet positif sur les salaires.
- À part la constante, seul le pourcentage de travailleurs diplômés de l'enseignement supérieur est significatif dans les deux spécifications.

2.3. Conclusions et recommandations de politique économique

Cette contribution a étudié l'impact de la FPC sur la productivité et les salaires en s'inspirant d'une étude de Böheim et al (2007) qui s'est basée sur les données CVTS pour l'Autriche. Pour cette étude, les données CVTS ont été agrégées au niveau de 28 branches du secteur privé de l'économie luxembourgeoise et ont été mises en correspondance avec des données issues de la comptabilité nationale et de l'enquête sur la structure des salaires.

Sur la base des données utilisées pour rédiger la présente étude, les éléments de conclusion suivants, pourtant préliminaires, peuvent être proposés:

L'impact de la FPC sur la productivité s'avère à la fois positif et significatif avec un décalage d'une année de la FPC. Par contre, la FPC n'a aucun effet décalé sur les salaires. Finalement, il n'y a pas d'incidence immédiate de la FPC ni sur la productivité ni sur les salaires au cours de l'année où les formations sont offertes aux salariés. A noter qu'aucune conclusion ne peut être tirée quant à un éventuel impact à plus long terme puisque les données utilisées dans les estimations économétriques se bornaient à un décalage d'une année.

Cependant, eu égard au nombre très limité d'observations utilisées dans les estimations économétriques entreprises lors de la réalisation de la présente étude, il s'impose d'être prudent par rapport aux conclusions présentées ci-dessus. En effet, la précision des estimateurs est un problème sérieux au niveau d'un échantillon de petite taille.

En l'absence d'études plus fouillées, éventuellement avec les micro-données de l'enquête CVTS relatives aux entreprises individuelles et/ou par l'utilisation d'autres vagues de cette même enquête, il est impossible de tirer des conclusions fermes quant à l'existence ou l'absence d'un impact éventuel de la FPC sur la productivité et les salaires au Luxembourg. Il est donc nécessaire d'aller plus loin.

Cependant, les informations contenues dans l'enquête CVTS sont trop limitées, à tel point qu'elles ne permettent pas de répliquer les études économétriques publiées au niveau international. En effet, l'enquête du STATEC/Eurostat omet certaines variables explicatives importantes, comme par exemple le coût de la FPC. Il aurait été utile, lors de la conception du questionnaire de l'enquête CVTS, de mieux tenir compte des besoins des chercheurs en s'inspirant justement des travaux de recherche déjà réalisés à l'étranger dans le domaine de la FPC. L'utilité de l'enquête CVTS s'en serait trouvée augmentée. Cependant, pour les entreprises, toute extension du questionnaire est synonyme d'un accroissement de la charge liée aux enquêtes. Cette augmentation de la charge statistique ne serait pas conforme au principe 9 du Code de bonnes pratiques de la statistique européenne du Système statistique européen (2011), selon lequel «Les autorités statistiques surveillent la charge de réponse et fixent des objectifs en vue de sa réduction progressive...L'étendue et le détail des demandes de statistiques européennes se limitent à ce qui est absolument nécessaire».

Alternativement, il serait judicieux de combiner les micro-données issues de l'enquête CVTS avec celles d'autres sources statistiques (comme les comptes nationaux et l'enquête sur la structure des salaires) pour obtenir une base de données avec un nombre satisfaisant d'observations et avec toutes les variables nécessaires pour effectuer des études permettant de tirer des conclusions fermes. Une telle approche serait fidèle au principe 9.6 du Code mentionné plus haut qui exige que «les autorités statistiques favorisent des mesures permettant l'établissement de liens entre les sources de données pour réduire la charge de la réponse».

Il appartient au Gouvernement de peser les arguments favorables ou défavorables à une enquête CVTS élargie. Le STATEC et/ou Eurostat pourraient, en contrepartie, laisser tomber, après une évaluation économétrique du questionnaire CVTS, des variables inutiles. L'enquête CVTS serait alors un outil précieux pour évaluer l'impact économique de la FPC qui est un pilier important de la stratégie 2020.

2.4. Annexe

Déterminants de la FPC: une analyse logistique binomiale

Ce travail a également analysé les déterminants de la formation professionnelle continue (FPC) grâce à des modèles Logit et en ayant recours aux micro-données des entreprises recensées par la vague de 2010 de l'enquête sur la formation professionnelle continue dans les entreprises luxembourgeoises (CVTS). Les coefficients relatifs aux variables explicatives «effectif total», «caractère innovant de l'entreprise», «subventions», «coût salarial par heure travaillée» sont positifs dans toutes les spécifications. Toute augmentation au niveau de ces variables explicatives a donc un impact positif sur la probabilité d'une entreprise d'offrir de la FPC à ses salariés.

Modèle

Différentes spécifications ont été estimées pour les variables dépendantes «cvt_2010» et «cvt_2009». La variable dépendante «cvt_2010» a été obtenue par la fusion des trois variables suivantes issues du questionnaire de l'enquête CVTS:

- B1 a) «Votre entreprise a-t-elle en 2010 offert aux salariés des cours en interne?»;
- B1 b) «Votre entreprise a-t-elle en 2010 offert aux salariés des cours en externe?» et
- B2 «Votre entreprise a-t-elle proposé aux salariés en 2010 d'autres modes de formation professionnelle continue?».

Par contre, la variable «cvt_2009» a été obtenue à partir de la fusion des réponses reçues aux questions B3 «Votre entreprise a-t-elle offert aux salariés en 2009 des cours en interne et/ou en externe?» et B4 «Votre entreprise a-t-elle offert aux salariés en 2009 d'autres modes de formation professionnelle continue?» du questionnaire CVTS. Il est évident que deux modalités de réponse sont possibles pour les variables dépendantes «cvt_2010» et «cvt_2009», à savoir «non, l'entreprise n'a pas offert de la formation professionnelle continue» ou «oui, l'entreprise a offert de la formation professionnelle continue». Si la variable dépendante est dichotomique, c'est-à-dire définie par 0 ou 1, où 1 signifie que l'entreprise a offert de la FPC à ses salariés et 0 qu'elle n'en a pas offert, il est recommandé de recourir à la régression logistique.

Selon Kpodar (2007, pp. 61-62), «l'inadéquation du modèle linéaire conduit à modéliser, non pas la variable dépendante elle-même, mais la probabilité qu'elle prenne la valeur 1 ou 0. Pour modéliser cette probabilité, on suppose qu'il existe une variable latente y^* telle que: $y = 1$ si $y^* \geq 0$ et $y = 0$ si $y^* < 0$. Ensuite on suppose que cette variable y^* dépend linéairement d'un certain nombre de variables explicatives X :

$$Y^* = \beta'X + \varepsilon$$

A noter dans ce contexte que d'autres auteurs, comme Alba-Ramirez (1994), Budría et al (2007) et Gerfin (2004) ont également examiné les déterminants de la FPC grâce à des modèles Logit.

Description des données

Les variables explicatives suivantes ont été retenues dans le modèle:

- «effectif» qui représente l'effectif total au 31 décembre 2010 (question A1 du questionnaire CVTS).
- «innov» qui correspond à la question A4 du questionnaire CVTS: «Votre entreprise a-t-elle introduit en 2010 de biens et services nouveaux ou fortement améliorés ou mis en œuvre de nouvelles méthodes pour produire ou livrer ces biens et services?». Cette variable reflète le caractère innovant (ou pas innovant) de l'entreprise.
- «subv» comprend les subventions provenant de fonds externes (ou des pouvoirs publics) et destinées à financer les activités de FPC.

- «couthor» est le coût salarial par heure travaillée en 2010.
- «couthorsq» représente le carré de «couthor».
- la branche d'activité de l'entreprise concernée. En fait, l'échantillon a été successivement découpé en treize branches, en quatre branches (à savoir l'industrie, la construction, le commerce au sens large et les autres services) et en deux branches à savoir l'industrie et les services.

Interprétation économique des résultats estimés : Selon Régis Bourbonnais (2011, p. 323) «Contrairement aux modèles linéaires estimés par la méthode des moindres carrés ordinaires pour lesquels les coefficients ont des interprétations économiques immédiates en termes de propension marginale, les valeurs des coefficients des modèles [Logit] ne sont pas directement interprétables. Seuls les signes des coefficients indiquent si la variable agit positivement ou négativement sur la probabilité P_i . (ici P_i est la probabilité d'une entreprise d'offrir de la FPC à ses salariés). C'est la raison pour laquelle, cet auteur (2011, p. 323) recommande de «calculer les effets marginaux afin de connaître la sensibilité de la variation d'une variable explicative sur la probabilité P_i ».

A la lecture des résultats estimés par Paul Reiff du STATEC, on peut conclure que: Les coefficients relatifs à l'effectif total, au caractère innovant de l'entreprise, aux subventions finançant la FPC, au coût salarial par heure travaillée et au carré du coût salarial par heure travaillée sont positifs dans toutes les spécifications qui ont recours à ces variables. Ces variables explicatives ont donc un impact positif sur la probabilité d'une entreprise d'offrir de la FPC à ses salariés. Les coefficients relatifs aux branches présentent des probabilités critiques comprises entre environ 0,105 et 0,96 pour la plupart des spécifications. La plupart de ces coefficients ne sont donc pas significativement différents de zéro. Les coefficients relatifs à un découpage de l'économie en quatre branches ne sont significatifs que pour deux spécifications qui se caractérisent par le fait qu'elles excluent toutes les variables explicatives à l'exception justement des quatre branches. Les branches ne se distinguent donc pas du point de vue de la probabilité d'offrir la FPC à leurs salariés.

Si la variable dummy «innov» = 1, c'est-à-dire s'il s'agit d'une entreprise innovante, la probabilité d'offrir de la FPC augmente, selon les spécifications, entre 20 et 50 points de pourcentage, par rapport aux entreprises non-innovantes. Si la variable dummy «subv» = 1 (donc si les activités de formation ont été subventionnées), la probabilité d'offrir de la FPC augmente entre 51 et 68 points de pourcentage par rapport aux entreprises qui n'ont pas obtenu de telles subventions. Ce résultat n'est pas étonnant puisque les entreprises peuvent seulement profiter de ces subventions si elles offrent effectivement de la FPC. Cette variable a donc un caractère endogène et pose donc le problème du biais d'auto-sélection qui sort du champ de la présente étude.

Tableau 1: Régressions logistiques estimées

Spécification n°:	Variable dépendante	Variables indépendantes
1	cvt_2010	effectif innov subv couthor secteur
2	cvt_2009	effectif innov subv couthor secteur
3	cvt_2010	effectif innov subv couthor secteur4
4	cvt_2010	effectif innov subv couthor secteur2
5	cvt_2010	effectif innov subv secteur
6	cvt_2010	effectif innov subv secteur4
7	cvt_2010	effectif innov subv secteur2
8	cvt_2010	effectif innov couthor secteur
9	cvt_2010	effectif innov couthor secteur4
10	cvt_2010	effectif innov couthor secteur2
11	cvt_2010	effectif subv couthor secteur
12	cvt_2010	effectif subv couthor secteur4
13	cvt_2010	effectif subv couthor secteur2
14	cvt_2010	secteur
15	cvt_2010	secteur4
16	cvt_2010	secteur2
17	cvt_2010	effectif innov subv couthor couthorsq secteur

Source: STATEC

Les entreprises qui supportent un coût salarial par heure travaillée plus élevé ont une probabilité plus élevée d'offrir de la FPC. En effet, une hausse de 1 € du coût salarial horaire fait augmenter en moyenne la probabilité de fournir de la FPC entre 0,7 et 1,2 point de pourcentage. Le tableau ci-dessous présente les intervalles dans

lesquels s'inscrivent les effets marginaux pour les coefficients relatifs aux variables «effectif», «innov», «subv», et «couthor». Ce tableau résume donc les résultats significatifs des différentes spécifications estimées. Les coefficients des branches ont été ignorés puisqu'ils ne sont pas significativement différents de zéro pour la plupart des estimations.

Tableau 2: Effets marginaux

Variables	Intervalles des effets marginaux moyens dy/dx selon les différentes spécifications estimées	
Effectif	0.001799	0.0028578
Innov	0.2046197	0.5049982
Subv	0.511942	0.6800657
Couthor	0.0071317	0.0126135

Source: STATEC

Les effets marginaux indiquent la variation de la probabilité que $y = 1$ (en l'occurrence qu'une entreprise offre de la FPC à ces salariés) suite à une variation d'une variable indépendante x . L'interprétation de l'effet marginal dépend du caractère dichotomique (variable dummy qui prend les valeurs 1 ou 0) ou continu des variables explicatives. En effet, pour les variables indépendantes dummy, l'effet marginal est exprimé par rapport à la catégorie de base ($x=0$) alors que pour les variables indépendantes continues, l'effet marginal est exprimé pour une variation d'une unité de x . Contrairement aux coefficients estimés par la régression logistique, nous pouvons interpréter à la fois le signe et la magnitude des effets marginaux.

Dans cette logique, une augmentation de l'effectif d'une personne fait donc augmenter en moyenne la probabilité d'offrir de la FPC au personnel de quelque 0,2%.

L'analyse logistique relative aux déterminants de la FPC présentée ci-dessus a permis de tirer la conclusion suivante:

Les variables explicatives «effectif total», «caractère innovant de l'entreprise», «subventions finançant la FPC» et «coût salarial par heure travaillée» ont donc un impact positif sur la probabilité d'une entreprise d'offrir de la FPC à ses salariés. Par contre, les branches ne se distinguent pas du point de vue de la probabilité d'offrir de la FPC à leurs salariés.

2.5. Références

ACEMOGLU, Daron et PISCHKE, Jörn-Steffen. (février 1998). *Why do firms train? Theory and Evidence*. The Quarterly Journal of Economics, 113(1), pp. 79-119. Oxford: Oxford University Press.

ACEMOGLU, Daron et PISCHKE, Jörn-Steffen. (1999). *The Structure of Wages and Investment in General Training*. The Journal of Political Economy, volume 107, numéro 3 (juin 1999), pp. 539-572. Chicago: The University of Chicago Press.

ALBA-RAMIREZ, Alfonso. (1994). *Formal Training, Temporary Contracts, Productivity and Wages in Spain*. Oxford Bulletin of Economics and Statistics. Oxford et Cambridge (États-Unis): Blackwell Publishers.

BARRON, John M., BERGER, Mark C. et BLACK, Dan A. (1999). *Do Workers Pay for On-the-Job Training?* The Journal of Human Resources. Vol. 34, no. 2 (Spring, 1999), pp. 235-252. Chicago: University of Wisconsin Press.

BARRETT, Alan et O'CONNELL, Philip J. (2001). *Does Training Generally Work? The Returns to In-Company Training*. Industrial and Labour Relations Review, volume 54, n°3 (avril 2001), pp. 647-662, Ithaca (États-Unis d'Amérique): Cornell University, School of Industrial and Labor Relations.

BARTEL, Ann P. (1991). *Productivity gains from the implementation of employee training programs*. Working Paper N° 3893, NBER Working Paper Series, Cambridge (États-Unis d'Amérique): National Bureau of Economic Research

- BARTEL, Ann P. (1995). *Training, wage growth, and job performance: evidence from a company database*. Journal of Labor Economics, volume 13, n° 3, pp. 401-425, Chicago: The University of Chicago Press.
- BECKER, Gary S. (1962, 1975 et 1993). 1re, 2e et 3e édition. *Human Capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. Chicago et Londres: The University of Chicago Press.
- BLUNDELL, Richard, DEARDEN, Lorraine et MEGHIR Costas. (1996). *The Determinants and Effects of Work-Related Training in Britain*. Londres: Institute for Fiscal Studies.
- BÖHEIM, René, SCHNEEWEIS, Nicole et MENDE, Ines. (2007). *Renditen betrieblicher Weiterbildung in Österreich*. Materialien zu Wirtschaft und Gesellschaft Nr. 103. Wien: Kammer für Arbeiter und Angestellte.
- BOOTH, Alison L. et BRYAN, Mark L. (2002). *Who pays for General Training? New evidence for British Men and Women*. IZA Discussion Paper no. 486. Bonn: Institute for the Study of Labor – Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit (IZA).
- BOURBONNAIS, Régis. (2011). 8^e édition. *Econométrie*. Paris: Dunod.
- BUDRÍA, Santiago et PEREIRA, Pedro Telhado. (2007). *The wage effects of training in Portugal: differences across skill groups, genders, sectors and training types*. Applied Economics, 39:6, pp. 787-807. Londres: Routledge.
- DE PUYDT, Cécile et REIFF, Paul. (2012). *La formation professionnelle continue au Grand-Duché de Luxembourg*. Bulletin du STATEC n°1-12. Luxembourg: STATEC
- DEARDEN, Lorraine, REED, Howard and VAN REENEN, John (2000). *Who gains when workers train? Training and corporate productivity in a panel of British industries*. Londres: Institute for Fiscal Studies.
- DEARDEN, Lorraine, REED, Howard and VAN REENEN, John (2005). *The impact of training on productivity and wages: evidence from British panel data*. Centre for Economic Performance Discussion Paper n°674. Londres: LSE Research Online.
- GERFIN, Michael. (2004). *Work-Related Training and Wages: An Empirical Analysis for Male Workers in Switzerland*. IZA Discussion Paper no. 1078. Bonn: Institute for the Study of Labor – Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit (IZA).
- GUJARATI, Damodar N. (1988). *Basic Econometrics*. New York: McGraw-Hill
- GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG. (2013). *Programme national de réforme – Luxembourg 2020*. Luxembourg.
- HANHART, Siegfried, FALTER, Jean-Marc et PASCHE, Cyril. (2006). *Formation professionnelle générale et continue et croissance économique – État de la question et propositions de pistes de recherche en Suisse*. Genève: Université de Genève, Unité Politique, économie, gestion et éducation comparée.
- HOUSSEMAND, Claude et MARTIN, Romain. (1995). *La formation professionnelle continue au Grand-Duché de Luxembourg*. Bulletin du STATEC vol. XXXXII, n°5/1995. Luxembourg: STATEC
- HOUSSEMAND, Claude, BEAUFILS Michelle et WARNER, Uwe. (2001). *La formation professionnelle continue au Grand-Duché de Luxembourg*. Bulletin du STATEC n°1-2002. Luxembourg: STATEC
- HOUSSEMAND, Claude. (2002). *La formation professionnelle continue au Grand-Duché de Luxembourg*. Économie et Entreprises, n°2 février 2002. Luxembourg: STATEC
- HOUSSEMAND, Claude et VOZ, Grégory. (2007). *La formation professionnelle continue au Grand-Duché de Luxembourg*. Bulletin du STATEC n°12-2007. Luxembourg: STATEC

KPODAR, KANGNI. (2007). Manuel D'initiation À Stata (Version 8). Clermont-Ferrand: Centre D'études Et De Recherches Sur Le Développement International (Cerdi).

KUCKULENZ, Anja. (2006). *Wage and Productivity Effect of Continuing Training in Germany: A Sectoral Analysis*. ZEW Discussion Paper n° 06-025. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH.

KUCKULENZ, Anja et ZWICK Thomas. (2003). *The Impact of Training on Earnings – Differences Between Participant Groups and Training Forms*. ZEW Discussion Paper n°03-57, Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH.

MINCER, Jacob. (1974): *Schooling, Experience, and Earnings*. New York et Londres: Columbia University Press

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE. (2012). *Livre blanc sur la stratégie nationale en matière de Lifelong Learning*. Luxembourg

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DU COMMERCE EXTERIEUR – OBSERVATOIRE DE LA COMPETITIVITE. (2012). *Bilan Compétitivité 2012 – Vents contraires*. Perspectives de Politique Economique. Luxembourg

NILSSON, Anders. (2010). *Vocational education and training – an engine for economic growth and a vehicle for social inclusion?* International Journal of Training and Development 14:4, pp. 251-272. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.

SYSTÈME STATISTIQUE EUROPÉEN. (2011). *Code de bonnes pratiques de la statistique européenne*. Luxembourg: EUROSTAT

ZWICK, Thomas. (2005). *Continuing Vocational Training Forms and Establishment Productivity in Germany*. German Economic Review, 6(2), pp. 155-184. Chichester (Angleterre): Wiley.

ZWICK, Thomas. (2006). The impact of training intensity on establishment productivity. Industrial Relations, volume 45, n°1. Malden (États-Unis d'Amérique) et Oxford: Blackwell Publishing.

3. The Effect of Innovation on Employment: evidence for Luxembourg

Ni ZHEN

There is a growing concern on the potential benefits of innovation on employment. The OECD Jobs Study (1994) regards technological development as a crucial force in determining employment growth in the long run. The EU (2003) points out post-war economic boom in Europe was built on the basis of factor accumulation and imitation. Once the technology frontier is achieved, the main engine of growth is innovation. Therefore, investment in knowledge and innovation is crucial to stimulate economic growth.

Innovation is viewed as a change in the information set of the relationship between inputs and outputs. Schumpeter distinguishes between five different types of innovation: new products, new methods of production, new sources of supply, the exploitation of new markets and new ways to organise business. Recent literature concentrates on the first two types, namely product innovation and process innovation. Product innovation relates to the application of knowledge of new products combined with new production methods. Process innovation relates to the application of knowledge of new methods for producing known goods with less input. Another distinction is made between radical and incremental innovation. Radical innovation refers to a significant, drastic change in process, product or service which transforms the existing market with unprecedented performance features. Incremental innovation refers to a series of small improvements to an existing process, product or service line, which contributes to enhance firm's competitive over time. Other distinctions in terms of technological progress are made between labour or capital saving, neutral, skill-biased innovation.

Ricardo et al. (1819) states that: "the opinion entertained by the labouring class, that the employment of machinery is frequently detrimental to their interests, is not founded on prejudice and error, but is conformable to the correct principles of political economy." Generally speaking, the working class associates the technological change with negative employment impact, in particular for non-skillful labour. Numerous strikes, such as the Swing Riots, illustrate fierce protests against labour-displacing technology and automation during the industrial revolution. By 1812, the organized frame-

breakers became known as the Luddites under the historical name of Ned Ludd. The Luddites advocated sabotage as a means of self-defence and recalcitration for the deteriorating employment environment.

Nevertheless, scholars are rather confident and argue that technology changes create new jobs in the meantime. Innovation may create jobs by introducing the new products which expands the demand and increases the employment (*compensation effect*). Innovation may also destroy jobs by using less labour input due to the labour-displacing technology (*displacement effect*). There is by no means an easy answer to the question: what is the dominant effect, the positive compensation effect or the negative displacement effect? From a theoretical viewpoint, the net effect is not clearly determined. Furthermore, in consideration of time dimension, the influence of innovation may differ in the short run and long run. In the short run, innovation may not display compensation effect, notwithstanding create more jobs in the long run. The overall impact of innovation also depends on nature of innovation, which can be classified by different types (product or process innovation), by different directions (labour or capital saving, neutral, skill-biased innovation), or different dimensions (radical or incremental innovation). The empirical results in terms of relationship between innovation and employment range from negative effect to positive effect, depending on respective datasets of different countries and methodologies. This paper is the first attempt to assess the microeconomic employment impact of innovation in Luxembourg.

The rest of the paper is organized as follows: Section 3.2 provides the literature reviews; Section 3.3 presents the theoretical analysis to clarify the innovation and employment relationship; in Section 3.4, the unique database used in the study is presented and some descriptive statistics are described; Section 3.5 explains the econometric methodology GMM-SYS; in Section 3.6 econometric results are presented and commented; Section 3.7 devotes to conclusive remarks.

3.1. Dataset

The empirical analysis is based on an unbalanced longitudinal dataset with 1203 firms over the period 2003-2010. This dataset is constructed by merging two different datasets, Community Innovation Survey (CIS) and Structural Business Statistics (SBS) of Luxembourg. CIS is a questionnaire collected biennially over the period 2002-2010. It consists of four waves of firm-level data which covers all economic activities. The questionnaire contains information on firm innovation activities, in particular, product innovation and process innovation during the reference period. It also includes the introduction of new market products and new firm products, the percentage of employees with higher education, the degree of market competition, past patenting activities. Although only 4 waves of observations are available, the innovation question is proposed in a way that allows to fill in the gap between two waves. For example, in the second wave of CIS it is asked that during the three years 2004 to 2006, whether the enterprise has introduced the process or product innovation. Consequently, if the answer is positive, innovation variables of both 2005 and 2006 are encoded as 1. If the answer is negative, firm did not implement innovation in 2005 and 2006. The innovation information of 2003 and 2004 can be deduced in the same way. The boundary years such as 2004 and 2006 are more problematic. Mistakes only arise when one wave reports negative innovation activities proceeding with a positive response, as questions relevant to a three-year period. However, it turns out that no wave reports negative innovation activities proceeding with a positive response in the dataset. It leads to 8 waves of innovation information over the period 2003-2010.

Structural Business Statistics (SBS) is an annual database which includes observations on employment, production value, wages, value added at factor cost, number of hours worked, gross value added per employee, gross value added per hour worked, gross investment rate.

In order to focus on the sample of CIS, the enterprises that only appear in SBS but not in CIS have been deleted. Moreover, since Luxembourg earns the reputation as the Europe's top tax haven where certain taxes are levied at a low rate, there are abundant shell corporations. Firms with less than 10 employees and firms with negative output and zero wage have been removed to avoid unreasonable results.

In order to handle with missing values, the missing values of employment of SBS is replaced by its counterpart from CIS. I replace the missing values of the measure of introduction of new market products and new firm products equal zero when firms do not implement product innovations. In addition, the percentage of employees with higher education and competitiveness of the market have more than 50% missing and vary little along the time. The missing values take their respective mean values.

It leads to a dataset of 1203 firms over the period 2003-2010. The dataset consists of 65.55% of small enterprises, 27.14% of medium-sized enterprises, and 7.31% of large enterprises. Double natural log transformation (both dependent variables and continuous explanatory variables) are used in order to have elasticity interpretations. Moreover, the log growth rate for all continuous variables (turnover, wages, output, working hours, investment rate) have been calculated. Two dummy variables which measure the product innovation and process innovation are created. A dummy variable represent a general index of innovation *TPP (Technological Product and Process Innovation)*, which takes the value 1 if firms implement either product or process innovation. A sector dummies according to the NACE 2-digit level accounts for the sector effects.

3.2. Descriptive Statistics

Before presenting the results of the econometric analysis, some descriptive statistics are given in Table 1. We can see about 27% of enterprises implement product innovation, 22% of enterprises implement process innovation whereas 33% of enterprises implement either type of innovation. Averagely speaking, 30% of employees are with higher education (including post-secondary college diplomas and university graduates diplomas). Market competition is a categorical variable, defined on a 1-4 scale, where 1 indicating low market competition and 4 indicating high market competition. Therefore the value 3.38 suggests that the average degree of market competition is intense. Moreover, 10% of firms implement product innovation which is new to the market. The average employment growth, turnover, wage, output growth rate are not particularly high.

Table 1: Variable Descriptive Statistics

	Mean	Sd	Min	Max
Employment (growth rate)	0.03	0.20	-2.47	2.19
Product Innovation (dummy)	0.27	0.44	0.00	1.00
Process Innovation (dummy)	0.22	0.42	0.00	1.00
TPP (dummy)	0.33	0.47	0.00	1.00
Employees with Higher Education (percentage)	0.30	0.34	0.00	1.00
Competitiveness of the Market	3.38	0.80	1.00	4.00
Patent (dummy)	0.12	0.32	0.00	1.00
New to the Market (dummy)	0.10	0.30	0.00	1.00
Turnover (growth rate)	0.05	0.35	-8.80	4.42
Wage (growth rate)	0.05	0.32	-2.28	2.09
Output (growth rate)	0.05	0.40	-8.80	4.64
Value Added at Factor Cost (growth rate)	0.05	0.45	-6.00	3.96
Hours of Work (growth rate)	0.03	0.22	-2.52	2.19
Gross Investment (growth rate)	0.12	2.49	-10.40	12.65

Source : Original panel matching STATEC data from SBS and CIS 2003-2010 – Author's calculation

The sample is further divided in three sub-samples according to the "innovation frequency" over the period 2003-2010. The innovation frequency ranges from 0 to 8 and only takes even numbers from the way TPP is constructed. In the group of non-innovators, 516 firms do not innovate throughout 8 years. In the group of occasional innovators, 388 firms innovate twice during the 8-year period. In the group of persistent innovators, 299 firms innovate at least 4 times over the period 2003-2010. Table 2 contains the information on innovation groups, which comprises 42.88 % of non-innovators, 32.26% of occasional innovators, 24.86% of persistent innovators. Therefore, the number of non-innovative firms is substantial in the sample.

Table 2: Innovation frequency

	Frequency	Firm number
Non-Innovator	42.88	516
Occasional Innovator	32.26	388
Persistent Innovator	24.86	299
Total	100.00	1203
<i>N</i>	9620	1203

Source : Original panel matching STATEC data from SBS and CIS 2003-2010 – Author's calculation

Table 3 illustrates the innovation frequency across all sectors of the economy. As shown below, manufacturing, transportation and storage and wholesale and retail trade, repair of motor vehicles and motorcycles are the main industries in the sample. 40.35% of persistent innovators are from manufacturing, followed by information and communication (20.54%). Moreover, 30.55% of non-innovators are from the sector of transportation and storage, followed by manufacturing (23.62%).

Table 4 illustrates the relationship between innovation group and firm size. According to the definition of the European Commission (Recommendation 2003/361/EC: SME Definition), there are three broad parameters which define small, medium and large enterprises:

- Micro-entities are companies with up to 10 employees.
- Small companies employ up to 50 workers.
- Medium-sized enterprises have up to 250 employees.
- Large enterprises have 250 or more persons employed.

For the aforementioned reason, micro-entities have been excluded from the current sample. As shown below, 80.62% of non-innovators are small firms. By contrast, only 1.68% of non-innovators are large enterprises. In particular, 83.98% of large enterprises are persistent innovators whereas 72.39% of medium-sized enterprises innovate at least twice over the period 2003-2010. It suggests that the medium-sized and large enterprise innovate more frequently than small enterprise, which is consistent with previous studies (see Van Reenen (1997), Lachenmaier and Rottmann (2011) and Piva and Vivarelli (2005)). It may be as a result of more favourable R&D research environment, better access to external financing channels and less risk of market failures.

Table 3: Cross tabulation of sector and innovation group

	Non-Innovator		Occasional		Persistent		Total	
	row	column	row	column	row	column	row	column
Administrative and support service activities	17.4	0.3	65.2	1.5	17.4	0.4	100.0	0.7
Construction	68.1	1.7	31.9	1.1	0.0	0.0	100.0	1.0
Electricity, gas, steam and air conditioning supply	33.3	0.8	25.0	0.9	41.7	1.6	100.0	1.1
Financial and insurance activities	17.3	2.0	28.7	4.9	54.0	9.4	100.0	5.0
Human health and social work activities	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
Information and communication	25.4	8.4	32.5	15.6	42.1	20.5	100.0	14.0
Manufacturing	34.3	23.6	26.1	26.3	39.6	40.4	100.0	29.2
Mining and quarrying	34.7	0.6	49.0	1.2	16.3	0.4	100.0	0.7
Professional, scientific and technical activities	42.4	9.2	32.6	10.3	25.0	8.0	100.0	9.1
Real estate activities	100.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.2
Transportation and storage	64.7	30.6	24.4	16.8	10.9	7.6	100.0	20.0
Water supply; sewerage, waste management and remediation activities	46.7	1.5	22.8	1.1	30.4	1.5	100.0	1.4
Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles	50.6	20.9	33.3	20.0	16.1	9.9	100.0	17.5
Other service activities	7.1	0.0	35.7	0.3	57.1	0.4	100.0	0.2
Total	42.3	100.0	29.1	100.0	28.6	100.0	100.0	100.0
N	6 740							

Source : Original panel matching STATEC data from SBS and CIS 2003-2010 – Author's calculation

Table 4: Cross-tabulation of innovation frequency and firm size

	Small		Medium-sized		Large		Total	
	row	column	row	column	row	column	row	column
Non-Innovator	80.62	52.08	17.69	27.61	1.68	9.74	100.00	42.34
Occasional Innovator	71.50	31.69	26.92	28.81	1.58	6.29	100.00	29.05
Persistent Innovator	37.19	16.23	41.34	43.58	21.47	83.98	100.00	28.61
Total	65.55	100.00	27.14	100.00	7.31	100.00	100.00	100.00
N	6 740							

Source : Original panel matching STATEC data from SBS and CIS 2003-2010 – Author's calculation

Table 5 depicts the descriptive statistics by innovation groups. Persistent innovators (236.41) tend to have higher average employment level than non-innovators (39.39) and occasional innovators (49.34). However, there is no substantial difference in growth rate of employment. The percentage of employees with higher education is slightly higher for persistent innovators (38%) than occasional innovators (32%) and non-innovators (23%). Moreover, persistent innovators use patent to protect their innovation results more frequently (22%) and tend to introduce the new market products (26%) more often than less innovative counterparts. However, there are no significant differences in growth rate of output, wage, turnover, hours of work, value added at factor cost and degree of market competition. In addition, the investment rate suffers a below-average growth rate for persistent innovators. Although medium and large

sized firms tend to innovate more frequently, the lack of significant difference in growth rate of employment suggests no clear-cut positive effect. Instead, it may be interpreted as a hint for a negative impact of innovation on employment at the firm level.

Going back to the above-mentioned data, it is worth mentioning that the innovation strategies are highly correlated. Firms which implement product innovation are more likely to implement process innovation. The correlation between total frequency of product innovation and process innovation is 0.718. As pointed out by Van Reenen (1997), product innovation often takes place along with process innovation. The effect of product innovation turns out to be difficult to disentangle from process innovation, since many innovations consist of both elements.

Table 5: Descriptive Statistics by Innovation Group

	Non-Innovator	Occasional	Persistent	Total
Employment	39.39	49.34	236.41	98.64
Employment (growth rate)	0.03	0.03	0.04	0.03
Employees with Higher Education	0.23	0.32	0.38	0.30
Competitiveness of the Market	3.36	3.40	3.38	3.38
Patent (dummy)	0.03	0.07	0.22	0.12
New to the Market (dummy)	0.00	0.09	0.26	0.10
Turnover (growth rate)	0.04	0.05	0.05	0.05
Wage (growth rate)	0.04	0.05	0.05	0.05
Output (growth rate)	0.05	0.06	0.06	0.05
Value Added at Factor Cost (growth rate)	0.04	0.07	0.06	0.05
Hours of Work (growth rate)	0.03	0.04	0.04	0.03
Gross Investment (growth rate)	0.16	0.15	0.04	0.12
Turnover (log)	15.13	15.42	16.54	15.60
Wage (log)	13.76	14.03	15.00	14.18
Output (log)	14.69	14.99	16.24	15.20
Value Added at Factor Cost (log)	14.06	14.28	15.43	14.50
Hours of Work (log)	10.72	10.90	11.71	11.04
Gross Investment (log)	10.68	10.99	12.41	11.29
Observations	6 740			

Source : Original panel matching STATEC data from SBS and CIS 2003-2010 – Author's calculation

3.3. Econometric Modelling

Let's start with a standard static employment equation which writes:

$$n_{it} = \pi' X_{it} + T_t + \delta_{it}, i = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T. \quad (1)$$

where

$$\delta_{it} = \gamma_i + \nu_{it} \quad (2)$$

n_{it} is logarithm of the employment level of firm i at time t .

X_{it} contains the set of explanatory variables, including product and process innovation, or a general index TPP , wages, output and other control variables.

γ_i : unobserved time-invariant firm-specific effect.

T_t denotes the full set of time dummies to control for the general macroeconomic demand shocks.

$\nu_{it} \sim iid(0, \sigma_\nu^2)$: the idiosyncratic disturbances that are independent across firms.

The effects of unobserved heterogeneity are essential here. As Blanchflower and Burgess (1998) state, for unobserved reason, some firms tend to introduce new technology more often than the other firms. Panel data allows us to handle with the unobserved heterogeneity by demeaning the variables using the within transformation.

As Arellano and Bond (1991) point out, if firms endure a costly employment adjustment, the actual employment may deviate from the equilibrium level in

the short run. In particular, European firms suffer from high costs of hiring and firing workers. Therefore, a more desirable model specification involves dynamic element, in particular lagged employment. I include variables of lagged innovation as well to account for the time gap between the implementation of innovation and its actual effect on employment.

Considering the simple labour demand equation in (2), the stochastic version augmented by including innovation and generalization of lags results in the following dynamic model:

$$n_{it} = \pi_1 n_{it-1} + \pi_2 n_{it-2} + \sum_{j=0}^5 \pi_{3j} TPP_{it-j} + \pi_4 lWage_{it} + \pi_5 lOutput_{it} + \pi_6 Competitiveness_{it} + \pi_7 Education_{it} + T_t + \delta_{it}, i = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T. \quad (3)$$

The base specification includes contemporaneous log value, two lags of employment, innovation variables, wage, output and several control variables such as the competitiveness of the market and the percentage of employees with higher education. The innovation variables can be a general TPP (as indicated in the equation). Alternatively, product and process innovation can enter the equation jointly or separately. According to the aforementioned reason, the adjustment cost introduces the dynamics into the equation. A formulation of two lags in employment and five lags in innovation is suggested by the work of Van Reenen (1997) and previous U.K. studies. As Nickell (1984) stated, the first lag of employment arises from quadratic adjustment costs in employment changes. The second lag is due to aggregation over skilled and unskilled workers. Moreover, innovation

activities are potentially dynamic and bring about long-lasting effects. It may lead to a time interval between the implementation of innovation and its actual effect on employment. Therefore lags up to 5 years of TPP are included in the specification. Since lags up to 6 years will give rise to insufficient observations of estimation.

Nickell (1981) points out that dynamic specification results in downward bias with fixed effects. In particular, this bias is serious for panel with short time dimension. Above all, the lagged dependent variable n_{it-1} is correlated with the individual effect γ_i by construction, therefore correlates with δ_{it} and induces inconsistent estimation. The common solution is to transform the equation (3) to first difference form in order to wipe out the fixed effects.

$$\Delta n_{it} = \pi_1 \Delta n_{it-1} + \pi_2 \Delta n_{it-2} + \sum_{j=0} \pi_{3j} \Delta TPP_{it-j} + \pi_4 \Delta lWage_{it} + \pi_5 \Delta lOutput_{it} + \pi_6 \Delta Competitiveness_{it} + \pi_7 \Delta Education_{it} + \Delta T_t + \Delta \nu_{it}, i = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T. \quad (4)$$

However, the differenced lagged dependent variable Δn_{it-1} correlates with $\Delta \nu_{it}$, considering Δn_{it-1} contains n_{it-1} and $\Delta \nu_{it}$ contains ν_{it-1} . Endogeneity arises and OLS method leads to inconsistent estimation in the first-differenced model. To solve the problem, we have to rely on the instrumental variables of differenced lagged dependent variable. Arellano and Bond (1991) propose the GMM-DIF (first-differenced generalized method of moments) estimator by constructing instruments for the lagged dependent variables from the second and third lags. More specifically, the orthogonality condition writes as follows:

$$E(n_{i,t-s} \Delta \nu_{it}) = 0; t = 4, 5, \dots, T. \quad (5)$$

The system generalized method of moment estimators (GMM-SYS), developed by Arellano and Bond (1991), Arellano and Bover (1995) and Blundell and Bond (1998), is quite similar to first-differenced GMM. Both estimators correspond to the dynamic panels with small time horizon and large cross-section dimension, which means short time periods and many individuals. More specifically, the first-differenced and system GMM are designed for panel analysis with the following assumptions:

- the process is dynamic, one left-hand-side variable is dynamic and depends on the past realizations.
- some regressors may be endogenous.

- small time horizon and large cross-section dimension panels
- linear functional relationship

In contrast to the approach of GMM-DIF, GMM-SYS uses lagged differences of dependent variables as instruments for equation in levels, in addition to lagged level of dependent variable as instruments for equation in first difference. In particular, it imposes the restriction on moment conditions:

$$E(\delta_{it} \Delta n_{i,t-1} = 0); t = 4, 5, \dots, T. \quad (6)$$

The system GMM further requires a restriction on the initial condition:

$$E(\delta_{i3} \Delta n_{i,2} = 0). \quad (7)$$

One additional requirement which is weaker than requiring the level of regressors to be uncorrelated with the individual effects writes:

$$E(\Delta X_{it} \gamma_i = 0). \quad (8)$$

GMM-SYS obtains the additional moment conditions and exploits all the information with regard to the levels and difference equation. Therefore GMM-SYS is more efficient than GMM-DIF, especially when the autoregressive parameter is moderately large and the time dimension is short. For short panels, GMM-DIF can suffer from a downward bias when the autoregressive parameter is high.

3.4. Estimation Results

As the first step for the econometric analysis, Table 6 contains OLS regression of employment on innovation and patents. The preliminary results do not include time dummies and sector dummies. Each column adds additional lag variable of innovation. The last column includes lags up to five years for both innovation and patent, although some variables are dropped out due to collinearity. The contemporaneous coefficient of *TPP* is not significant, nonetheless lagged *TPP* shows a significant and positive effect. The second lag shows a significant positive effect as well when lags up to 1 and 2 years are included in the fix effect model. By contrast, the estimates of patent are insignificant and less clear-cut. This suggests that conditional on innovation, changes in firm patenting activity have no significant impact on employment growth. In other words, patents do not contribute to explain the variation in the growth rate of employment directly.

The wage and output show significant positive effects. One alternative method apart from the fix effect is to use the first differencing estimators. Nevertheless, it gives rise to insignificant results and have been left out here. The estimate relative to equation (3) is presented in Table 7, which builds up a more complex and theoretically satisfactory specification by adding lagged employment, time and sector dummies. The first 4 columns report the results based on OLS estimations and columns (5) and (6) are based on dynamic panel estimators. In the first column OLS is carried out without time dummies and sector dummies. The second column adds time dummies and the third column includes additionally sector dummies. In the fourth column product innovation

and process innovation enter the employment equation jointly in place of *TPP*. The column 5 uses Arellano-Bond GMM-SYS estimator and column 6 uses Anderson-Hsiao MLE estimator. First of all, time dummies capture the macroeconomic trend and decrease the magnitude of most estimates considerably. However, the incorporation of sector dummies results in the same outcome, hence left out for the following analysis. The first lag of employment, wage and output show significant and positive effects, however, the estimation of *TPP* along with product innovation and process innovation remain insignificant. Therefore, some variables are potentially endogenous, such as the innovation variable itself.

Table 6: OLS estimates of the static model of employment

Regressor	Dependant variable, Log Employment						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Higher Education	0.0540 (1.05)	0.0576 (1.15)	0.0377 (0.63)	0.0333 (0.58)	-0.0902 (-1.03)	-0.108 (-1.20)	0.0254 (0.09)
Competitiveness	-0.0103 (-1.09)	-0.00979 (-1.06)	0.00582 (0.45)	0.00614 (0.49)	0.00814 (0.46)	0.00640 (0.36)	0.000296 (0.01)
WAGE	0.466*** (56.80)	0.454*** (50.25)	0.438*** (43.40)	0.430*** (36.30)	0.460*** (32.74)	0.456*** (24.38)	0.410*** (14.43)
OUTPUT	0.167*** (27.11)	0.169*** (25.82)	0.168*** (24.09)	0.163*** (21.00)	0.148*** (17.22)	0.147*** (13.82)	0.243*** (12.89)
<i>TPP_t</i>	0.00914 (1.41)	-0.00294 (-0.38)	0.0149 (1.63)	0.00971 (0.90)	0.00769 (0.54)	0.000613 (0.03)	0 (.)
<i>TPP_{t-1}</i>		0.0206** (2.75)	0.00744 (0.90)	0.0165 (1.48)	0.0110 (0.99)	0.0250 (1.40)	0 (.)
<i>TPP_{t-2}</i>			0.0296*** (3.49)	0.0211* (2.02)	0.0221 (1.41)	0.0239 (1.37)	0 (.)
<i>TPP_{t-3}</i>				0.0163 (1.67)	0.0163 (1.60)	0.0225 (1.29)	0 (.)
<i>TPP_{t-4}</i>					-0.00209 (-0.18)	-0.00151 (-0.10)	0 (.)
<i>TPP_{t-5}</i>						0.00694 (0.47)	0.0442* (1.99)
<i>PATENT_{t-5}</i>							-0.0422 (-0.36)
Constant	-5.488*** (-51.44)	-5.364*** (-45.19)	-5.149*** (-36.63)	-4.946*** (-30.34)	-5.104*** (-26.15)	-5.015*** (-20.17)	-5.897*** (-16.52)
N	5572	4872	4058	3280	2505	1827	867
adj.R-squared	0.565	0.526	0.476	0.418	0.400	0.296	0.372

t statistics in parentheses *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Source : Original panel matching STATEC data from SBS and CIS 2003-2010 – Author's calculation

Table 7: OLS, ML and GMM estimates of the dynamic model of employment

	(1) OLS	(2) OLS	(3) OLS	(4) OLS	(5) Arellano – Bond	(6) Anderson-Hsiao
EMPLOYMENT _{t-1}	0.200 [*] (7.24)	0.192 [*] (6.88)	0.192 [*] (6.88)	0.191 [*] (6.82)	0.757 [*] (2.92)	0.502 [*] (16.12)
EMPLOYMENT _{t-2}	-0.0208 (-0.80)	-0.00481 (-0.18)	-0.00481 (-0.18)	-0.00525 (-0.19)	-0.128 (-1.46)	0.0338 (1.42)
HIGHER EDUCATION	-0.0983 (-1.13)	-0.103 (-1.19)	-0.103 (-1.19)	-0.107 (-1.23)	-0.168 ⁺ (-1.68)	-0.147 [*] (-5.76)
COMPETITIVENESS	0.0173 (0.99)	0.0152 (0.86)	0.0152 (0.86)	0.0152 (0.86)	-0.00226 (-0.16)	0.00665 (0.94)
TPP _t	-0.00228 (-0.13)	-0.00191 (-0.11)	-0.00191 (-0.11)		-0.102 (-0.22)	0.00282 (0.17)
TPP _{t-1}	0.0202 (1.17)	0.0200 (1.16)	0.0200 (1.16)		0.259 (0.51)	0.0132 (0.77)
TPP _{t-2}	0.0171 (1.02)	0.0171 (1.02)	0.0171 (1.02)		-0.0577 (-0.15)	0.0105 (0.64)
TPP _{t-3}	0.0146 (0.86)	0.0132 (0.78)	0.0132 (0.78)		0.324 (0.67)	0.0129 (0.78)
TPP _{t-4}	-0.00385 (-0.27)	-0.00378 (-0.27)	-0.00378 (-0.27)		-0.243 (-1.39)	-0.00710 (-0.50)
TPP _{t-5}	0.00228 (0.16)	0.000470 (0.03)	0.000470 (0.03)		0.200 (0.60)	-0.000486 (-0.04)
WAGE	0.426 [*] (23.24)	0.427 [*] (23.18)	0.427 [*] (23.18)	0.427 [*] (23.09)	0.262 (1.35)	0.368 [*] (23.59)
OUTPUT	0.126 [*] (11.88)	0.126 [*] (11.84)	0.126 [*] (11.84)	0.127 [*] (11.82)	0.0165 (0.61)	0.0397 [*] (5.49)
Product Innovation _t				0.00197 (0.11)		
Process Innovation _t				0.000262 (0.01)		
Product Innovation _{t-1}				-0.00208 (-0.11)		
Product Innovation _{t-2}				0.0286 (1.45)		
Product Innovation _{t-3}				0.00285 (0.14)		
Product Innovation _{t-4}				0.00949 (0.56)		
Product Innovation _{t-5}				0.00228 (0.13)		
Process Innovation _{t-1}				0.00951 (0.52)		
Process Innovation _{t-2}				0.00195 (0.10)		
Process Innovation _{t-3}				-0.00463 (-0.23)		
Process Innovation _{t-4}				-0.0117 (-0.70)		
Process Innovation _{t-5}				-0.00663 (-0.39)		
Year Dummies	NO	YES	YES	YES	YES	YES
Sector Dummies	NO	NO	YES	YES	YES	YES
Constant	-4.992 [*] (-18.96)	-5.019 [*] (-18.96)	-5.019 [*] (-18.96)	-5.022 [*] (-18.93)		-4.097 [*] (-23.79)
Observations	1816	1816	1816	1816	1816	1816
R ²	0.541	0.543	0.543	0.544		
Adjusted R ²	0.272	0.274	0.274	0.271		

t statistics in parentheses

+ p<0.10, *p<0.05

Source : Original panel matching STATEC data from SBS and CIS 2003-2010 – Author's calculation

3.4.1 Instrumenting the variable of interest

The case of innovation as endogenous variable is investigated in order to check for causality and obtain more reliable inference. The past patenting activities

is used to instrument the variable of interest as adopted by Van Reenen (1997). The idea behind is that firms build up a stock of technologies which facilitates current innovation activities and enhances the probability of successful innovation when the

internal and external economic conditions are favourable. It is plausible to believe that past patenting activities have no impact on current employment, however exert a strong influence on current innovation activities. Additionally, patent is available in the Community Innovation Survey of Luxembourg over the period 2004–2010. Firms are required to answer the following question: During the reference period, did your enterprise make use of patent to protect your enterprises knowledge or innovations? If yes, how efficient or important was it on your enterprises activity? One further point to report concerns the correlation between patent and *TPP*, which is far from perfect. The main reason is nevertheless by cause of missing values of patent. There are 49.03% of missing values for *TPP* and 57.48% of missing values for patent. Therefore, in spite of validity, too much missing values may undermine the power of instruments and blur the conclusion.

Table 8 reports results of system GMM estimation based on instrumenting innovation with the two-period lagged patent. Columns (4)–(6) contain control variables such as employees with higher education and degree of market competition whereas columns (1)–(3) leave out those control variables. Columns (2) and (5) show the employment effect of product innovation whereas columns (3) and (6) show the effect of process innovation. It's worth noting that coefficients of dummy variables represent the growth rate. To illustrate, the coefficient of *TPP* (–0.0464) in column (1) indicates that for a representative firm, the introduction of innovation will reduce the employment by 4.64%. In addition, coefficients of logarithm value of continuous variables represent the elasticity. To illustrate, the coefficient of wage (0.288) in column (1) indicates that 10% increase in wage will lead to 2.88% increase in employment. The first lag of employment shows a significant and positive sign, which is consistent with previous studies (see Van Reenen (1997), Lachenmaier and Rottmann (2011) and Piva and Vivarelli (2005)). The magnitude of the coefficient is considerably large and close to 1, which suggests the presence of strong persistence. Together with the short time dimension, it

further justifies our application of system GMM rather than first-differenced GMM. The second lag enters with a significant and negative sign, which is consistent with the studies of Nickell and Wadhvani (1991) and Van Reenen (1997).

Moreover, for stability of the dynamic equation, the inverses of all roots of the lag operator polynomial must be inside the unit circle. The stability of the dynamic model is confirmed as the sum of the lag coefficients is less than 1. In addition, as expected, output and wage enter the employment equation with a significant and positive sign. The percentage of employees with higher education shows a significant negative sign, which is reasonable and expected. It relates to the heated debate on skill-biased technological change which favours skilled and often more educated labour over unskilled labour. The degree of competitiveness also shows the positive significant effect, in regard to aforementioned statement. The market competition boosts the positive employment effect.

Tests confirm the assumption of absence of serial correlation of error term, which is essential for consistent results. More specifically, if v_{it} is not serially correlated, there must be a significant negative serial correlation of first level (AR(1)) and no significant serial correlation in second level (AR(2)). Moreover, in the case of an overidentified model, Sargan test and Hansen test allow to check the validity of instrument sets and overidentified restrictions. Both Sargan test and Hansen test are χ^2 distributed under the null hypothesis with $(p - k)$ degrees of freedom (where p is the number of instruments and k is the number of variables in the regression). Nevertheless, it is worth emphasizing the Sargan test loses the validity and consistency in the case of nonsphericity in the error terms, whereas Hansen test remains robust. The presence of nonsphericity in the error terms is suspected hence Sargan test is misleading. The p -value of Hansen test leads to non rejection of the null hypothesis of joint validity of the instruments, which confirms the validity of set of instruments.

Table 8: GMM estimates of the dynamic model of employment instrumenting innovation output

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Employment _{t-1}	0.736 [*] (5.99)	0.741 [*] (5.72)	0.730 [*] (5.92)	0.736 [*] (5.65)	0.750 [*] (5.44)	0.734 [*] (5.65)
Employment _{t-2}	-0.122 [*] (-4.34)	-0.123 [*] (-4.29)	-0.122 [*] (-4.32)	-0.128 [*] (-4.77)	-0.129 [*] (-4.73)	-0.128 [*] (-4.79)
Wage	0.288 [*] (4.00)	0.284 [*] (3.74)	0.293 [*] (4.06)	0.310 [*] (3.66)	0.299 [*] (3.33)	0.314 [*] (3.71)
Output	0.0467 [*] (3.83)	0.0467 [*] (3.77)	0.0473 [*] (3.86)	0.0402 [*] (3.74)	0.0401 [*] (3.68)	0.0399 [*] (3.71)
TPP	-0.0464 [*] (-2.56)			-0.0560 [*] (-3.49)		
Product Innovation		-0.0521 [*] (-2.32)			-0.0654 [*] (-3.28)	
Process Innovation			-0.0759 [*] (-2.75)			-0.0883 [*] (-3.57)
Higher Education				-0.171 [*] (-2.91)	-0.161 [*] (-2.60)	-0.179 [*] (-3.09)
Competitiveness				0.0131 [*] (1.97)	0.0125 [*] (1.86)	0.0147 [*] (2.21)
Year Dummies	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	3745	3745	3745	3305	3305	3305
AR(1)	-6.26***	-6.12***	-6.31***	-6.10***	-5.91***	-6.17***
AR(2)	0.21	0.26	0.17	0.08	0.13	0.02
Hansen test	15.64	17.15	14.06	16.38	18.00	15.17

t statistics in parentheses

+ p<0.10, *p<0.05

Source : Original panel matching STATEC data from SBS and CIS 2003-2010 – Author's calculation

3.4.2 Robustness check

In this subsection, the analysis includes more control variables such as turnover, gross investment rate and gross value added per hour. Table 9 presents the estimation results. The coefficients of lagged employment change slightly, but the signs remain the same. Moreover, turnover exhibits a significant negative effect. The significant effect of output diminishes due to the presence of investment rate, which shows the significant positive effect. Wage, higher education and degree of market competition slightly change in the magnitude of coefficients. Nevertheless, the coefficients of TPP, product innovation and process innovation vary slightly and remain significant. In all the cases, the coefficients of innovation variables confirm a significant negative relationship between innovation and employment.

Table 9: GMM estimates of the dynamic model of employment – Robustness check

	(1)	(2)	(3)
Employment _{t-1}	0.803 [*] (4.02)	0.803 [*] (4.06)	0.788 [*] (3.74)
Employment _{t-2}	-0.0989 [*] (-2.38)	-0.104 [*] (-2.56)	-0.0889 [*] (-2.02)
Turnover	-0.139 [*] (-2.31)	-0.128 [*] (-2.18)	-0.171 [*] (-2.59)
Wage	0.268 [*] (3.17)	0.256 [*] (3.07)	0.277 [*] (3.18)
Output	0.143 (1.40)	0.150 (1.46)	0.169 (1.52)
GVAh	-0.0732 (-1.03)	-0.0859 (-1.19)	-0.0629 (-0.87)
Investment	0.0108 [*] (2.43)	0.0103 [*] (2.34)	0.0107 [*] (2.30)
TPP	-0.0553 [*] (-2.61)		
Higher Education	-0.128 [*] (-1.90)	-0.118 [*] (-1.75)	-0.146 [*] (-2.12)
Competitiveness	0.0103 (1.18)	0.00984 (1.13)	0.0128 (1.42)
Product Innovation		-0.0657 [*] (-2.47)	
Process Innovation			-0.0935 [*] (-2.78)
Year Dummies	YES	YES	YES
AR(1)	-3.03***	-3.00***	-2.97***
AR(2)	0.89	0.89	0.85
Hansen test	15.79	16.56	14.13
Observations	2196	2196	2196

t statistics in parentheses

+ p<0.10, *p<0.05

Source : Original panel matching STATEC data from SBS and CIS 2003-2010 – Author's calculation

3.5. Conclusions and Policy recommendations

Using a unique longitudinal dataset of 1203 Luxembourgish firms over the period 2003 to 2010, I analyse the effect of innovation on employment with the system generalized method of moments estimation. Innovation is instrumented using the past patenting activities, as suggested by the previous studies. I discover that medium-sized and large enterprises tend to implement innovation more frequently. However, the introduction of innovation appears to be associated with the lower employment growth rate after controlling for the labour quality, output growth, wage growth and the degree of market competition. In other words, innovation appears to exert a negative impact on employment.

Although inconsistent with most empirical findings relevant to the innovation effect, it's worth emphasizing that the result is very close to Klette and

Førre (1998). Their study suggests that there is no clear-cut positive relationship between innovation and net job creation. Moreover, they find out that the most R&D-intensive firms have declined in terms of employment relative to the rest of the manufacturing sector. This similarity can be traced back to the resemblance of two economies: both are small open economies and high cost countries. Going back to the discussion in regard to competition, the positive employment effect is more likely to emerge in the competitive markets. Although the self-report average market competition is intense, it may not reflect the real market condition. Innovation is regarded as a means to preserve competitiveness. Competition in the product, labour and capital markets is a necessary prerequisite for innovation to exert a positive impact on employment. It can be argued that if the international competition is more fierce, the importance of innovation as a means to preserve competitiveness will be elevated, and a positive relationship between innovation and employment is more likely to arise.

3.6. References

- ARELLANO, M. and BOND, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2):277–297.
- ARELLANO, M. and BOVER, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of econometrics*, 68(1):29–51.
- BLANCHFLOWER, D. G. and BURGESS, S. M. (1998). New technology and jobs: Comparative evidence from a two country study. *Economics of Innovation and New Technology*, 5(2–4):109–138.
- BLUNDELL, R. and BOND, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of econometrics*, 87(1):115–143.
- KLETTE, J. and FØRRE, S. E. (1998). Innovation and job creation in a small open economy-evidence from norwegian manufacturing plants 1982–92. *Economics of Innovation and New Technology*, 5(2–4):247–272.
- LACHENMAIER, S. and ROTTMANN, H. (2011). Effects of innovation on employment: A dynamic panel analysis. *International journal of industrial organization*, 29(2):210–220.
- NICKELL, S. (1981). Biases in dynamic models with fixed effects. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pages 1417–1426.
- NICKELL, S. (1984). An investigation of the determinants of manufacturing employment in the united kingdom. *The Review of Economic Studies*, 51(4):529–557.
- NICKELL, S. and WADHWANI, S. (1991). Employment determination in british industry: investigations using micro-data. *The Review of Economic Studies*, 58(5):955–969.
- PIVA, M. and VIVARELLI, M. (2005). Innovation and employment: evidence from italian microdata. *Journal of Economics*, 86(1):65–83.
- RICARDO, D., GONNER, E. C. K., and Li, Q. (1819). *The principles of political economy and taxation*. World Scientific.
- VAN REENEN, J. (1997). Employment and technological innovation: evidence from UK manufacturing firms. *Journal of labor economics*, pages 255–284.

IV L'esprit d'entreprise

1. La dynamique de l'emploi dans les entreprises du Luxembourg

Leila BEN AOUN-PELTIER, Anne DUBROCARD

1.1. Les entreprises aux sources de la création d'emploi

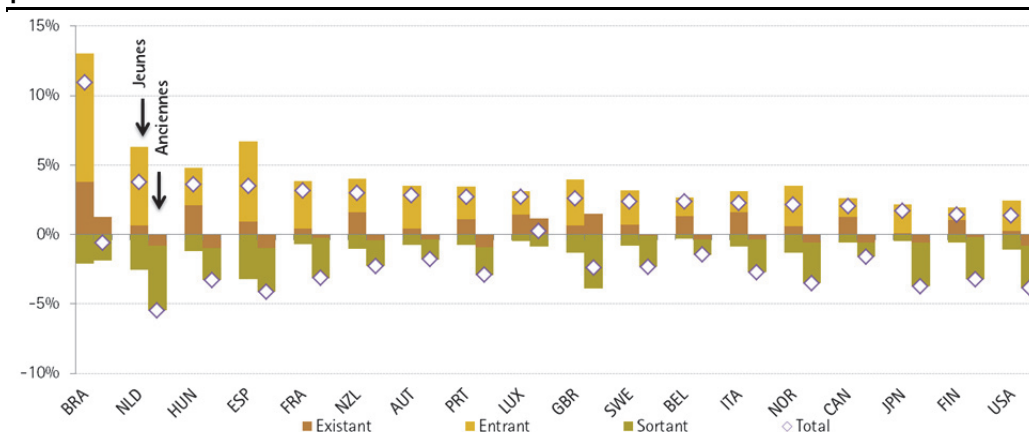
Les mécanismes d'allocation et de réallocation des ressources à travers l'économie sont une source de gains de productivité essentielle à la croissance et, partant, de la dynamique des créations et des destructions d'emplois par les entreprises. L'OCDE a lancé le projet DYNEMP s'appuyant sur des données entreprises issues des sources administratives afin d'identifier et de comparer les sources de croissance de l'emploi dans chaque pays. Le STATEC s'est joint au projet et présente ici la synthèse des résultats obtenus pour le Luxembourg. Dans cet exercice, les contributions des entreprises à la création d'emplois sont calculées en rapportant la création nette d'emplois de la catégorie d'âge, de taille ou d'activités à l'emploi total des entreprises non financières (industries, services aux entreprises non financières et construction). Les jeunes entreprises sont âgées de 5 ans ou moins et les entreprises anciennes ont au moins 6 ans. Les chiffres présentés sont des moyennes de toutes les années disponibles pour le pays considéré.

Dans la plupart des pays, les entreprises nouvellement créées sont celles qui contribuent le plus à la création nette d'emplois

Les jeunes entreprises nouvellement créées contribuent d'avantage à la croissance de l'emploi total que les entreprises de plus de 5 ans. L'analyse par branche d'activité confirme ces conclusions. De plus, la croissance de l'emploi est plus étroitement liée aux entreprises nouvellement créées dans les secteurs de la construction et des services (non-financiers).

En Belgique, les pertes d'emplois imputables aux jeunes entreprises qui sortent du marché sont compensées par les emplois générés par les entreprises nouvellement créées. Le solde légèrement positif est obtenu grâce aux jeunes entreprises existantes qui créent trois fois plus d'emplois que n'en détruisent les entreprises plus anciennes. De même, en Autriche, la contribution des entreprises nouvellement créées est deux fois plus élevée que les pertes engendrées par les entreprises de 6 ans et plus qui disparaissent. Pour ces deux pays, le solde des mouvements est une croissance moyenne de l'emploi de 1% par an.

Figure 1: Contribution à la croissance nette de l'emploi selon le statut et l'âge de l'entreprise sur la période 2001-2011



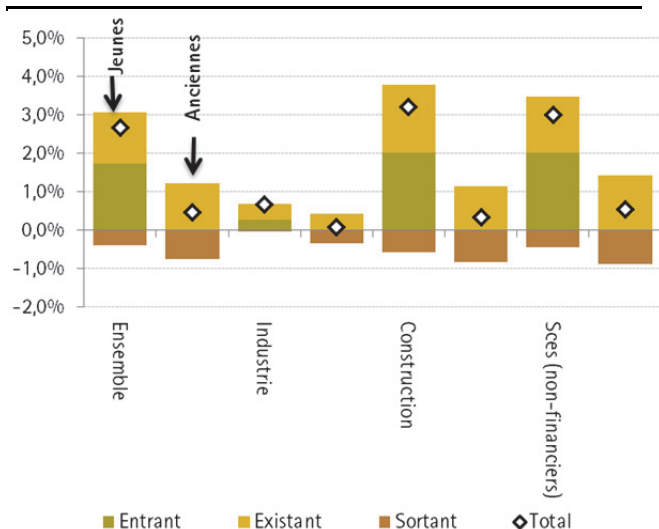
Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001-2009, DYNEMP OCDE

Au Pays-Bas ou en Finlande, au contraire, la croissance nette est négative et l'emploi diminue de 2% par an en moyenne. En Finlande, ce résultat provient des pertes d'emplois causées par les entreprises de plus de 5 ans qui quittent le marché et que ne parviennent pas à compenser les contributions

nettes positives des jeunes entreprises. Au Pays-Bas, le résultat net est négatif malgré une contribution positive très élevée – 6% par an en moyenne – des jeunes entreprises nouvellement créées.

Au Luxembourg, le schéma est très différent. Comme en Belgique et en Autriche, le résultat net global est positif. La contribution des entreprises nouvellement créées est à peine plus élevée qu'en Belgique et la contribution négative des entreprises détruites est exactement la même. Toutefois, le solde positif provient cette fois principalement des créations d'emplois nettes positives des entreprises existantes quel que soit leur âge. Ainsi et malgré ce comportement atypique, la croissance annuelle moyenne atteint 3% et place le Luxembourg au deuxième rang des pays étudiés, juste après le Brésil.

Figure 2: Contribution à la croissance nette de l'emploi selon le statut et l'âge de l'entreprise par branche d'activités

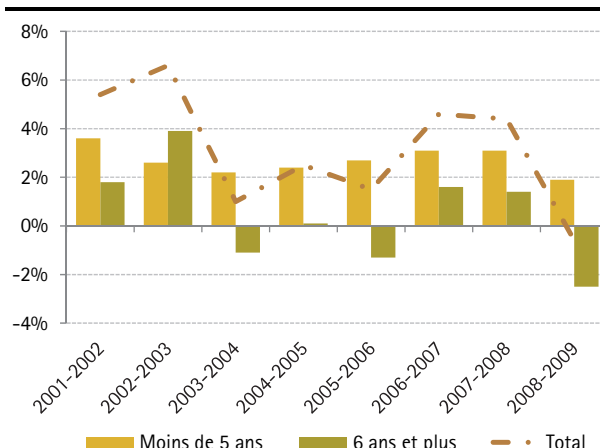


Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001-2009, DYNEMP OCDE

Au Luxembourg, entre 2008 et 2009 et pour la première fois, les créations nettes des jeunes entreprises ne permettent pas de compenser les destructions d'emplois des entreprises plus anciennes

La différence entre la création d'emplois et la destruction d'emplois, c'est-à-dire la création nette d'emplois, est positive en moyenne sur l'ensemble de la décennie. Elle a toutefois connu d'importantes variations passant de 5% de création nette d'emplois en 2001-2002 à une destruction nette de 1% en 2008-2009. Entre 2003 et 2005, le taux de création nette avait déjà connu un fort ralentissement.

Figure 3: Contribution à la création nette d'emplois selon l'âge de l'entreprise sur la période 2001-2009



Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001-2009, DYNEMP OCDE

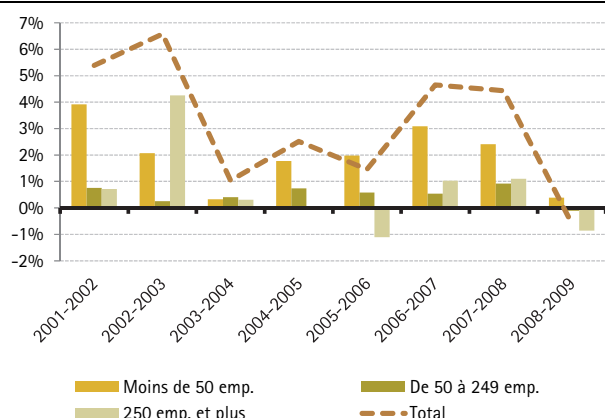
Le taux de création nette varie fortement selon l'âge des entreprises. Les entreprises de moins de 5 ans ne cessent tout au long de la période de créer plus d'emplois qu'elles n'en détruisent en période de ralentissement économique. En revanche, les entreprises de plus de 5 ans diminuent leurs effectifs lorsque la conjoncture est moins favorable.

L'emploi créé annuellement par les jeunes entreprises atteint 4% de l'emploi total, tandis que l'emploi détruit reste proche de 1%. Dans les entreprises plus matures, les taux de création d'emplois connaissent des variations de forte amplitude qui se soldent par des destructions nettes d'emplois entre 2003 et 2004, 2005 et 2006 et de nouveau entre 2008 et 2009.

Ce sont les petites entreprises qui contribuent le plus aux créations d'emplois sur l'ensemble de la période

Les petites entreprises contribuent fortement et régulièrement à la création nette d'emplois tout au long de la décennie. Les entreprises moyenne comme les grandes entreprises ne contribuent que très faiblement à la création nette d'emploi. Dans les grandes entreprises, le résultat net est le plus souvent faible et positif mais parfois négatif comme entre 2005 et 2006 puis entre 2008 et 2009.

Figure 4: Contribution à la création nette d'emploi selon l'effectif de l'entreprise sur la période 2001–2009



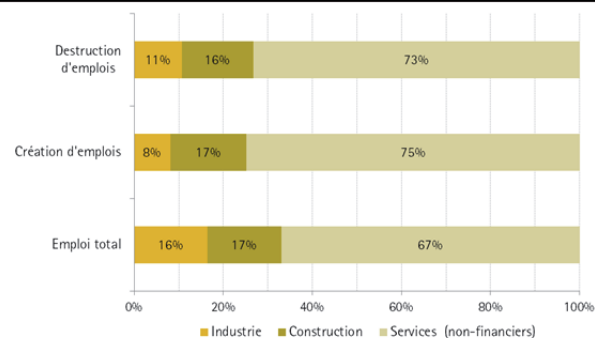
Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001–2009, DYNEMP OCDE

Quelle que soit l'année considérée, les entreprises de moins de 50 salariés sont celles qui contribuent le plus à la création nette d'emplois, exceptée en 2002–2003 où les entreprises de 250 salariés obtiennent un taux de créations nettes supérieur à 4%.

De 2001 à 2009, les services sont à l'origine de 75% des nouveaux emplois créés

Sur l'ensemble de la période, deux emplois sur trois sont des emplois de service. La moitié des emplois restants relèvent de la construction et l'autre moitié de l'industrie. Tandis que la construction comme l'industrie détruisent plus d'emplois qu'elles n'en créent, les services créent trois emplois nouveaux sur quatre et contribuent également à la disparition de trois emplois détruits sur quatre.

Figure 5: Emploi total, création et destruction d'emplois sur la période 2001–2009 selon l'activité des entreprises



Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001–2009, DYNEMP OCDE

Les jeunes entreprises de services sont particulièrement dynamiques en termes de créations d'emplois

Les jeunes entreprises de service ont créé près d'un emploi sur deux sur la décennie et en ont détruit moins d'un sur quatre.

Dans l'industrie ce sont les entreprises de plus de 10 ans qui sont les principales actrices des mouvements de créations et de destructions d'emplois. Les jeunes entreprises industrielles ont créé moitié moins d'emplois que la moyenne mais ont également détruit trois fois moins d'emplois que l'ensemble des jeunes entreprises sur la période.

Dans le secteur de la construction, plus d'un emploi sur deux est le fait d'une entreprise de moins de 5 ans.

Tableau 1: Emploi total, créations et destructions d'emplois sur la période 2001–2009 – selon l'âge et l'activité des entreprises (%)

	Age de l'entreprise			Total
	Moins de 5 ans	de 5 à 9 ans	10 ans et plus	
Services (non-financiers)				
création d'emploi	44.9	14.6	40.5	100.0
destruction d'emploi	23.1	22.3	54.6	100.0
Emploi total	15.5	14.9	69.6	100.0
Construction				
création d'emploi	52.1	11.4	36.5	100.0
destruction d'emploi	28.3	18.6	53.0	100.0
Emploi total	14.9	11.9	73.2	100.0
Industrie				
création d'emploi	20.5	7.8	71.7	100.0
destruction d'emploi	6.8	10.0	83.2	100.0
Emploi total	3.4	4.3	92.3	100.0

Source STATEC, Répertoire des entreprises 2001–2009, DYNEMP OCDE

Dans l'industrie, ce sont les grandes entreprises qui connaissent les plus fortes dynamiques d'emplois

Dans l'industrie, quatre emplois sur dix sont créés par les grandes entreprises et c'est la seule catégorie d'effectifs pour laquelle la contribution aux destructions d'emplois est inférieure à la contribution aux créations.

Les grandes entreprises comptent un salarié sur trois dans les services et leur contribution aux créations et aux destructions d'emplois est modeste. Dans la construction, la contribution des grandes entreprises à la dynamique de l'emploi est encore plus modeste.

Tableau 2: Emploi total, créations et destructions d'emplois sur la période 2001–2009 – selon l'effectif et l'activité des entreprises (%)

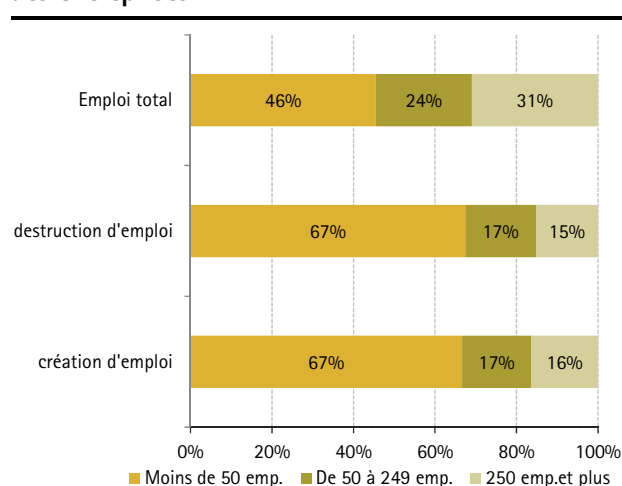
	Taille de l'entreprise			Total
	Moins de 50 emp.	Entre 50 et 249 emp.	250 emp. et plus	
Services				
création d'emploi	66.7	16.6	16.7	100
destruction d'emploi	68.5	16.6	14.8	100
Emploi total	49.1	21.2	29.8	100
Construction				
création d'emploi	79.9	16.9	3.2	100
destruction d'emploi	81.1	16.0	3.0	100
Emploi total	56.3	33.4	10.3	100
Industrie				
création d'emploi	38.4	21.0	40.6	100
destruction d'emploi	39.6	24.3	36.1	100
Emploi total	19.9	23.4	56.7	100

Source STATEC, Répertoire des entreprises 2001–2009, DYNEMP OCDE

1.2. Les petites entreprises créent beaucoup d'emplois, elles en détruisent autant

Les entreprises de services de moins de 50 employés rassemblent la moitié des salariés occupés dans les services et sont à l'origine de la création et de la destruction de sept emplois sur dix.

Les petites entreprises de la construction comptant moins de 50 salariés regroupent plus de la moitié de l'effectif employé dans ce secteur mais sont à l'origine de huit emplois nouveaux sur dix et de huit destruction d'emplois sur dix.

Figure 6: Emploi total, créations et destructions d'emplois sur la période 2001–2009 selon l'effectif des entreprises

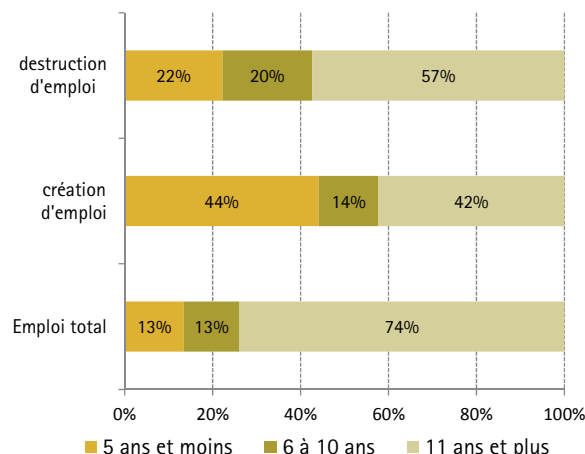
Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001–2009, DYNEMP OCDE

Les entreprises de moins de 50 salariés qui accueillent 46% des salariés sont à l'origine des plus forts mouvements dans la dynamique de l'emploi

puisqu'elles ont créé et détruit presque sept emplois sur dix.

Les grandes entreprises représentent 30% de l'emploi sur la période mais seulement 15% (respectivement 16%) des créations (respectivement destructions) d'emplois sur la période.

Les entreprises de plus de 5 ans détruisent plus d'emplois qu'elles n'en créent

Figure 7: Emploi total, créations et destructions d'emplois sur la période 2001–2009 selon l'âge des entreprises

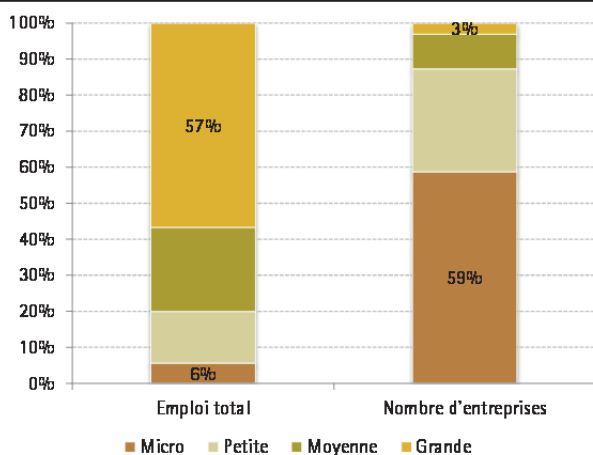
Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001–2009, DYNEMP OCDE

Les entreprises de plus de 10 ans représentent 3/4 de l'emploi total, cependant elles n'ont créé que quatre emplois nouveaux sur dix et sont à l'origine de six disparitions d'emplois sur dix. Les entreprises de moins de 5 ans représentent un emploi sur six, mais ont contribué à créer quatre emplois nouveaux sur dix. Leur contribution aux créations est deux fois supérieure à leur contribution aux destructions d'emplois. C'est l'inverse pour les contributions des entreprises de 6 à 10 ans qui regroupent 13% de l'emploi total et sont à l'origine de seulement un emploi créé sur vingt et de quatre emplois détruits sur vingt.

Au Luxembourg, les grandes entreprises concentrent la majorité des emplois dans l'industrie comme dans les services

Moins de 3% des entreprises industrielles comptent plus de 250 salariés. Elles occupent toutefois six salariés de l'industrie sur dix. Les micro-entreprises qui comptent moins de 10 salariés représentent six entreprises sur dix et seulement 6% de l'emploi industriel.

Figure 8: Industrie – Répartition de l'emploi et du nombre d'entreprises selon la taille des entreprises

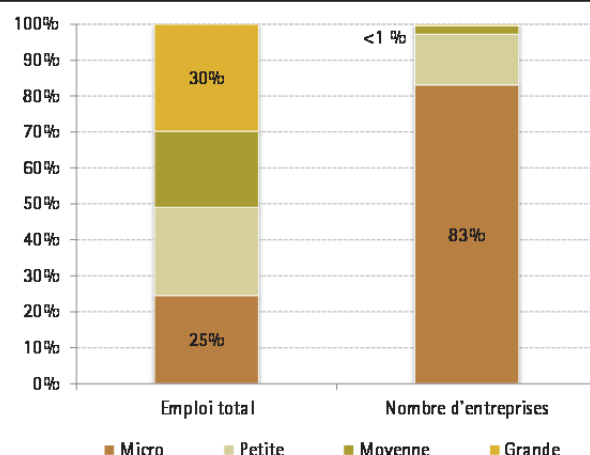


Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001–2009, DYNEMP OCDE

Les services font apparaître le même type d'asymétrie: les grandes entreprises représentent 1% des entreprises de service et comptent pour 30% de l'emploi salarié tandis que 83% de micro-entreprises occupent seulement un quart des salariés.

De ce point de vue le Luxembourg se distingue peu de ses voisins français, autrichiens ou belges quoique la place des entreprises de taille moyenne soit un peu plus importante ici.

Figure 9: Services – Répartition de l'emploi et du nombre d'entreprises selon la taille des entreprises



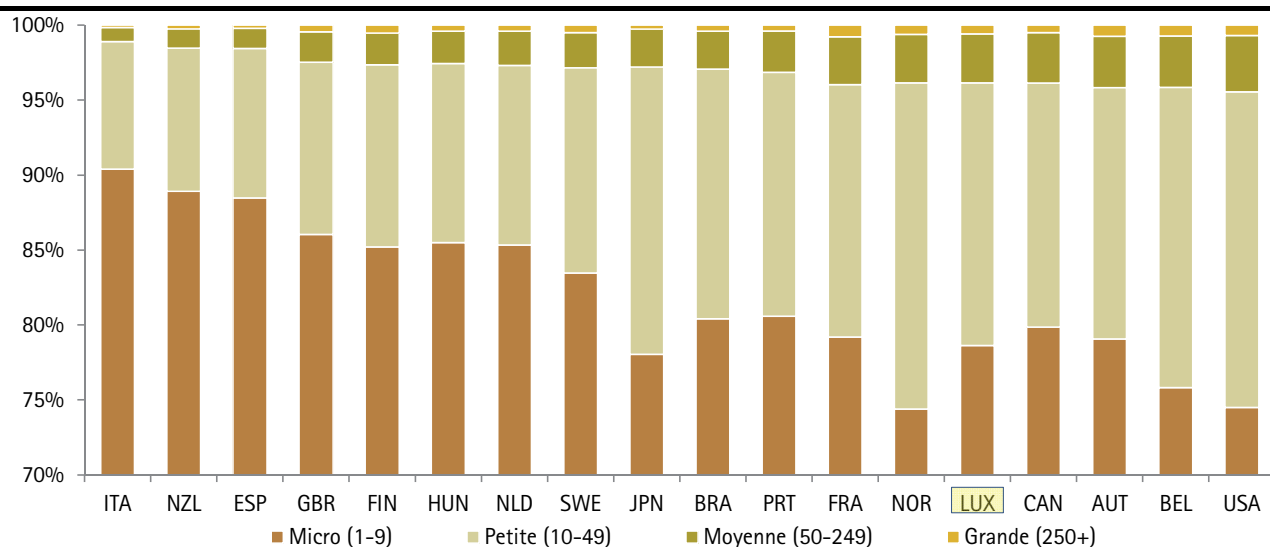
Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001–2009, DYNEMP OCDE

Dans la plupart des pays, bien que 95% des entreprises aient moins de 50 employés, les grandes entreprises concentrent 40% de l'emploi total

Dans tous les pays, les entreprises de plus de 250 employés représentent moins de 1% du nombre total d'entreprises. Pourtant, aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne ou en France, ces entreprises concentrent plus de 45% de l'emploi total.

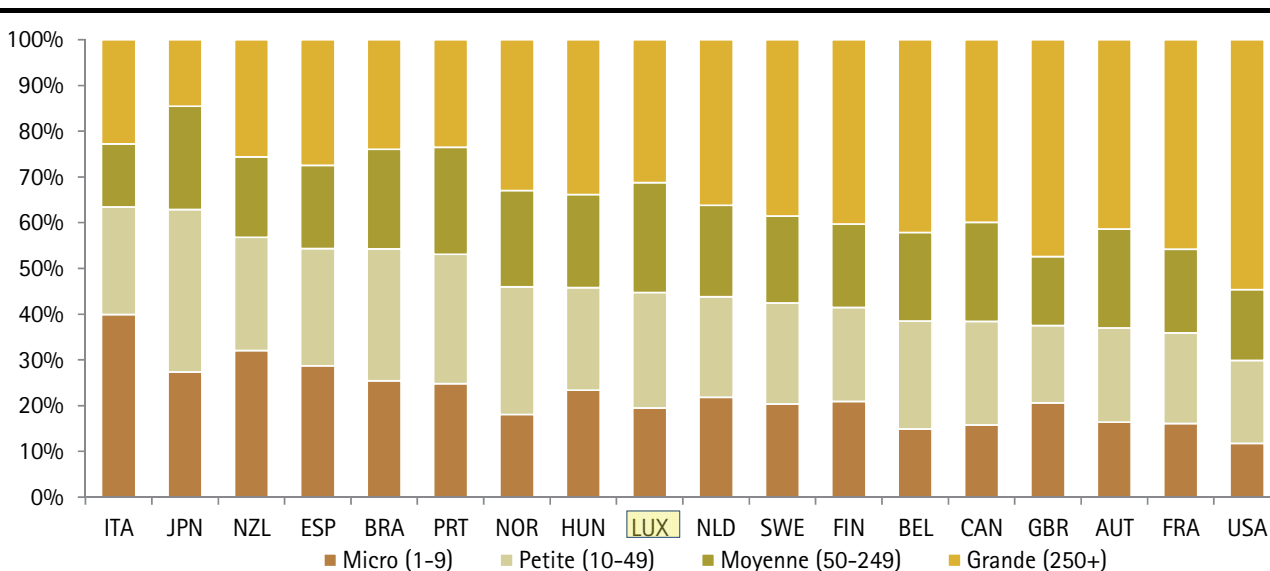
A contrario, en Italie, Nouvelle-Zélande ou en Espagne, les entreprises de moins de 50 salariés représentent 98% de l'effectif des entreprises. Elles accueillent plus de 50% de l'emploi total de même qu'au Japon, au Brésil et au Portugal.

Figure 10: Répartition du nombre d'entreprises selon leur taille



Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001-2009, DYNEMP OCDE

Figure 11: Répartition de l'emploi selon la taille des entreprises



Source: STATEC, Répertoire des entreprises 2001-2009, DYNEMP OCDE

Note Méthodologique:

Cette étude s'appuie sur les données du Répertoire des entreprises. Le travail est le fruit d'une collaboration avec le groupe de travail DYNEMP de l'OCDE auquel une dizaine de pays a contribué. Afin de faciliter les comparaisons internationales, certains secteurs ne sont pas couverts tels le secteur financier et les services publics. De plus, il n'a pas été possible de distinguer les disparitions d'entreprises dues à des fusions/acquisitions ou à des dépôts de bilan. Enfin, pour limiter la volatilité des résultats annuels, les entreprises présentes seulement une année ont été exclues de l'analyse.

La période couverte est 2001-2011 pour l'Autriche, la Belgique, la Finlande, la Hongrie, les Pays-Bas, la Norvège et les États-Unis; 2001-2010 pour le Brésil, l'Espagne, l'Italie, le Luxembourg et la Suède; 2001-2009 pour le Japon et la Nouvelle-Zélande; 2001-2007 pour la France; et 2006-2011 pour le Portugal. En raison des différences méthodologiques, les chiffres peuvent différer des statistiques nationales publiées officiellement. Pour le Japon les données sont disponibles au niveau de l'établissement, pour les autres pays à niveau de l'entreprise.

Enfin, les comparaisons internationales ont fait l'objet de deux publications de l'OCDE:

Science, technologie et industrie: Tableau de bord de l'OCDE 2013: l'innovation au service de la croissance, OCDE, 2013.

2. Entrepreneurship in Luxembourg: Selected results of the GEM survey 2013

Peter HÖCK

The purpose of the Global Entrepreneurship Monitor (GEM) research programme is to explore and assess the role of entrepreneurship on national economic growth, through the creation of relevant cross-national harmonised data sets on an annual basis. GEM recognises and takes into account the roles played by new and small businesses in the economy. Countries participating in GEM are classified in three categories: factor-driven economies, efficiency-driven economies or innovation-driven economies¹. The GEM survey collects data on people in the process of setting up new businesses as well as those who own and manage running businesses. It therefore captures information on entrepreneurial attitudes, activity and aspirations in different phases of entrepreneurship, from general intentions through early-stage entrepreneurial activity to the status as established firms. The primary measurement of entrepreneurship used by GEM is the Total Early-Stage Entrepreneurial Activity (TEA) index. With 8.7 per cent, Luxembourg's share of total early entrepreneurial activity (TEA) is slightly higher than in other innovation driven countries, but much higher than in its direct neighbouring countries (+5%). The share of persons expecting to start a business within the next 3 years amounts to 15.6 per cent. However, the reasons to become an entrepreneur are irrespective of age, gender, or household income. Less than 10% chose their entrepreneurial status because of necessity, meaning they did not have any other option. Asked for the business climate, the interviewed start-ups stated that it is more difficult to start a business now than a year ago and that the predictions of growth are more pessimistic than one year ago. Asked on the impact of the crisis on business opportunities, 34% negated an effect, whilst 42% stated that there are far fewer or slightly fewer opportunities and only 25% see more or slightly more opportunities arising from the crisis.

Most of the persons involved in start-ups (60%) answered that they are up to 12 month involved in starting their business. Concerning the funding of new businesses, 5% of the interviewed population answered that they provided personally funds for a new business started by someone else.

¹ This is in line with the categories used in the Global Competitiveness Report 2010-2011.

The Global Entrepreneurship Monitor was the first time officially conducted in 2013 by a consortium of the National statistical office of Luxembourg (STATEC), the University of Luxembourg and the Public research Centre Henri Tudor. The project was kindly supported by the Ministry of Economics and the Chambre de Commerce Luxembourg. The GEM consists of two parts: the National Expert Surveys (NES) and the Adult Population Surveys (APS). In this context, the present paper will focus only on methods and results of the APS, which will be presented in a fourfold way (in the following chapters)

The first part will give an overview on the general concepts, aims and methods of the GEM. With a more profound understanding of the GEM, the paper will consecutively focus more specifically on the Luxembourg survey, its sample size, composition and methods used, in order to finally present the survey's selected results for Luxembourg, comparing it thereby in relevant cases with Luxembourg's neighbouring countries Belgium, Germany, France and other innovative driven countries² (IDC). This will permit to draw and present final conclusions of the survey

2.1. What is Global Entrepreneurship Monitor (GEM)

2.1.1 General concepts, goals and methods

The Global Entrepreneurship Monitor (GEM) research programme was initiated in 1997 as a joint venture between academics at London Business School and Babson College in the United States. Its purpose is to explore and assess the role of entrepreneurship in

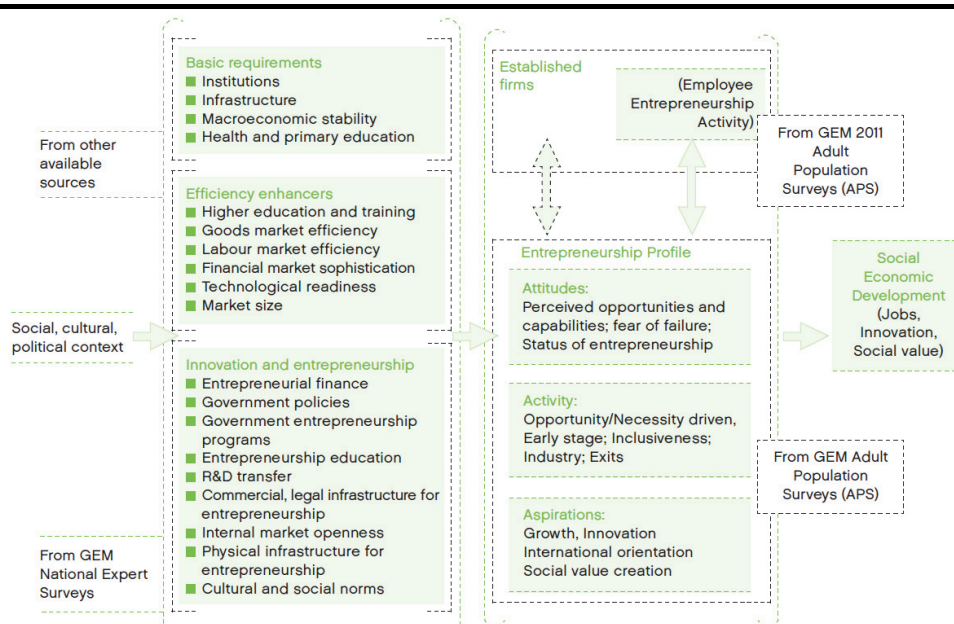
² According to the World Economic Forum (WEF) classification, the factor-driven phase is dominated by subsistence agriculture and extraction businesses, and it relies heavily on labour and natural resources. The efficiency-driven phase is accompanied by industrialization and an increased reliance on economies of scale; capital-intensive large organizations are more dominant. In the innovation driven phase, businesses are increasingly knowledge intensive and have an expanding service sector. Innovative countries participating in GEM 2013 are: Belgium, Canada, Czech Republic, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Israel, Italy, Japan, Korea, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Puerto Rico, Singapore, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Taiwan, Trinidad & Tobago, United Kingdom, USA.

national economic growth, through the creation of relevant cross-national harmonised data sets on an annual basis. Traditional analyses of economic development and growth tend to focus primarily on the contribution of large corporations. GEM, on the other hand, recognises and takes into account the roles played by new and small businesses in the economy. In its attempt to facilitate an understanding of the relationship between entrepreneurial activity and economic growth, GEM has the following objectives:

- to allow for comparison of levels of entrepreneurial activity among countries;
- to determine the extent to which entrepreneurial activity influences economic growth within individual countries;
- to identify factors which encourage and/or hinder entrepreneurial activity; and
- to guide the formulation of effective and targeted policies aimed at stimulating entrepreneurship.

The GEM model maintains that, at a national level, the framework conditions that apply to established business activity differ from those that apply to entrepreneurial activity. The performance of larger established firms is influenced by general business conditions, which influence firms' ability to compete effectively, to start new or ancillary businesses and to create jobs (von Broembsen *et al.*, 2005). Whereas the creation of new firms, and therefore the creation of new employment, is mainly driven by two factors: opportunity or necessity. Often the economic circles of established companies and the need to create a company are anti-cyclical. An additional set of factors, referred to as Entrepreneurial Framework Conditions, influence individuals' decisions to pursue entrepreneurial initiatives. Both the national and the entrepreneurial framework conditions are dependent on the social, political and economic context in which they exist. These contexts are influential in creating unique business and entrepreneurial environments, and should therefore be taken into account when analysing cross-national differences and national developments over time.

Figure 1: The GEM model



Source: GEM Global Report 2011

The GEM conceptual model is a dynamic entity that is progressively developed to incorporate advances in understanding of the entrepreneurial process and to allow for further exploration of patterns detected in previous GEM studies. The revised GEM model in

Figure 1 was taken from the 2011 GEM-global report which relates the framework conditions integral to

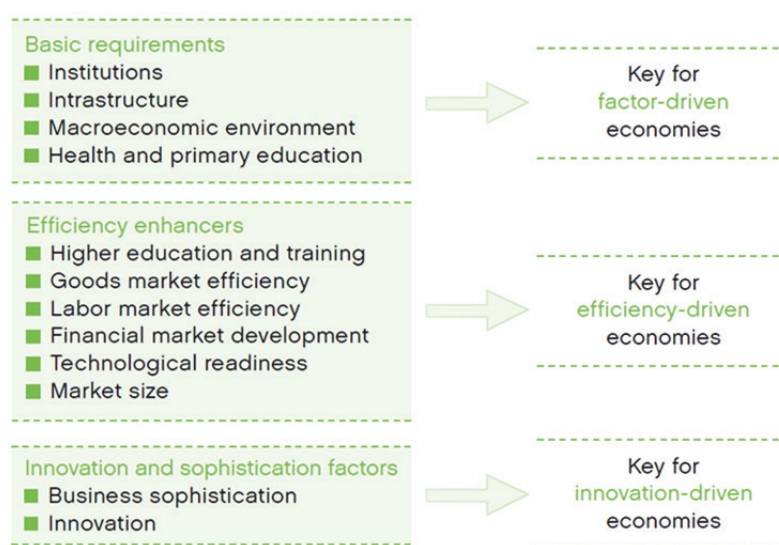
the original GEM model to the phases of economic development of individual countries (Bosma and Levie, 2009).

Countries participating in GEM are classified as factor-driven, efficiency-driven or innovation-driven economies, in line with the categories used in the *Global Competitiveness Report 2010-2011*. This

classification into phases of economic development is based on the level of GDP per capita and the extent to which the countries are factor-driven in terms of the shares of exports of primary goods in total exports (Schwab and Salari-Martin, 2009). Although all three types of economic activity are present in all national economies, their relative prevalence – and

contribution to economic development – varies. The Global Competitiveness Index (see Figure 2) identifies 12 pillars of competitiveness. These will affect countries differently, depending on the stage of economic development at which the countries are, i.e. although all of the pillars will be important to each economy, the pillars of competitiveness, which are of most importance to a factor-driven economy, will differ from those that will be most important in an efficiency-driven economy.

Figure 2: 12 pillars of competitiveness



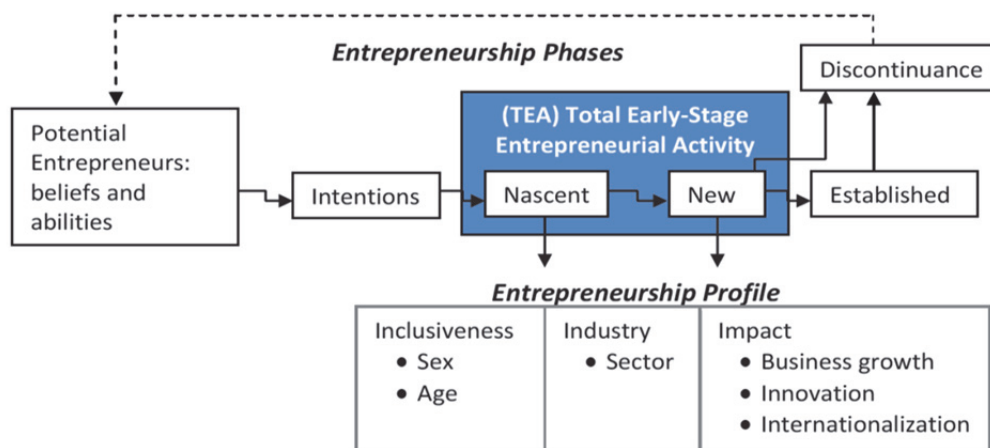
Source: Global Competitiveness Report 2011–2012

Another important feature of the GEM model is that it is concerned with entrepreneurship as a process. Figure 3 presents an overview of the entrepreneurial process and the GEM operational definitions. The GEM survey collects data on people in the process of setting up new businesses as well as those who own and manage running businesses. It therefore captures information on entrepreneurial attitudes, activity and aspirations in different phases of entrepreneurship, from general intentions through early-stage entrepreneurial activity to status as established firms. The primary measure of entrepreneurship used by GEM is the Total Early-Stage Entrepreneurial Activity (TEA) index, indicated by the shaded area in Figure 3.

TEA indicates the prevalence of business start-ups (or nascent entrepreneurs) and new firms in the adult (18 to 64 years of age) population – in other words, it captures the level of dynamic entrepreneurial activity in a country.

A primary objective of GEM is to explore differences in national levels and types of entrepreneurship and to link these to job creation and economic growth. Interviewees are therefore asked about their motivation for starting a business. A distinction is made between those who are motivated primarily by a lack of other options for making a living (necessity entrepreneurship) and those who are starting a business to take advantage of an opportunity (opportunity entrepreneurship). Opportunity entrepreneurs may include those who wish to maintain or improve their income, or to increase their independence. In line with this qualitative approach, interviewees are also asked questions on market innovativeness and expected employment growth.

Figure 3: The entrepreneurial process and GEM operational definitions



Source: GEM Global Report 2011

2.1.2 Global Entrepreneurship Monitor 2013 for Luxembourg

Description of the survey population of GEM 2013 in Luxembourg

Regional, income and educational composition of the survey by gender and age
The APS was conducted through 2005 interviews, which were equally split into fix-phone (following the random dialling last birthday rule) and on-line (random selection) interviews, limiting its scope to the adult population between 18-64 years. Comparing its results with the latest population data, young men between 18 and 34 years are by one third underrepresented, whilst women between 45 and 64

years are by 23 % overrepresented. This in turn shows, that the survey, with 10% more women than men being interviewed, does not reflect the actual gender ratio of Luxembourg, where the male population outweighs the female population by 3%. Nevertheless, the weights which could be applied are rather small. Looking on the composition of the survey, the strongest educational group are persons with upper secondary education. Concerning the income structure of all household members (HH), the group between 40.000 and 60.000 Euro was the strongest with 357 households. Nevertheless, around one quarter of the interviewees refused to give an information or did not know the total HH-income. The southern part of Luxembourg was with 728 persons the most present area, which reflects the actual regional distribution of Luxembourg (Table 1).

Table 1: Survey composition by gender, age, education, household income and region*

	Gender		Age				
	Male	Female	18-24	25-34	35-44	45-54	55-64
Refused	19	20	6	5	12	12	4
Don't know	3	6	1	1	2	4	1
Early childhood education	2	7	0	2	1	2	4
Primary education or first stage of basic education	36	45	6	4	16	24	31
Lower secondary or second stage of basic education	112	158	24	27	55	87	77
(Upper) secondary education	298	347	103	92	140	182	128
Master craftsman's diploma	92	38	7	18	24	44	37
Short-cycle tertiary (2-3 years)	70	94	12	31	44	46	31
Bachelor or equivalent (3-4 years)	148	171	34	72	87	72	54
Master or equivalent	151	137	9	97	76	69	37
Doctoral or equivalent	27	24	3	12	18	12	6
Refused	125	179	33	47	83	83	58
Don't know	66	139	75	32	40	37	21
€ 0 to € 20,000	19	39	7	11	16	18	6
€ 20,001 to € 40,000	106	158	30	59	55	68	52
€ 40,001 to € 60,000	171	186	27	81	90	84	75
€ 60,001 to € 80,000	170	140	18	57	61	89	85
€ 80,001 to € 100,000	129	98	13	44	52	65	53
More than € 100,000	172	108	2	30	78	110	60
Refused	0	0	0	0	0	0	0
Don't know	0	0	0	0	0	0	0
Luxembourg-City	179	175	23	88	79	93	71
Centre	172	190	29	60	71	105	97
South	345	383	79	126	170	201	152
North	134	169	39	43	81	85	55
East	128	130	35	44	74	70	35

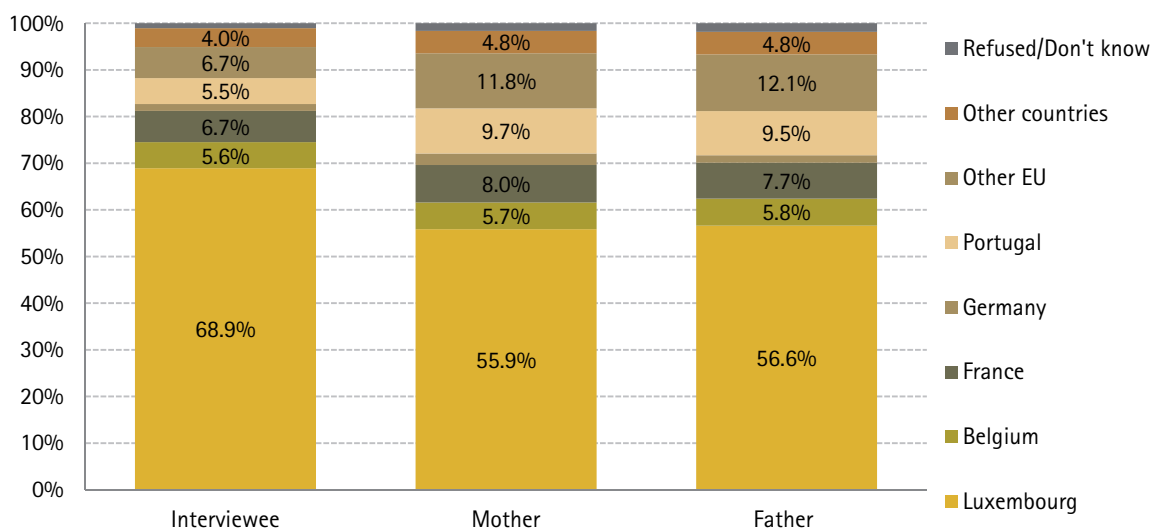
*All tables and graphs referring only to Luxembourg use not weighted data whereas table and graphs comparing Luxembourg with innovative driven and neighbouring countries are weighted.

Source: GEM 2013 table: Survey_2013

Survey composition by origin (immigration) background

The APS survey asked for the country of birth rather than for the nationality to define the migration

background of a participant. Nearly 70% of the interviewed persons were born in Luxembourg, whilst around 44% had at least one parent being born outside of Luxembourg, with less than five percent having their roots outside of the European Union.

Figure 4: Survey composition by country of birth

Source: GEM 2013

2.2. Entrepreneurial activity in Luxembourg

The results of the first GEM survey in Luxembourg provide an overview of perceptions, attitudes, intentions, fields of activity, aspirations and future expectations of entrepreneurship. Even if the 2013 survey for Luxembourg included also optional modules as on immigration, business relations, networking, well-being, innovation and some European Union specific questions, the limited scope of the present paper did not permit to incorporate all information in its entirety.

All entrepreneurial activity starts with a business idea followed by the intention to start and finally open a business. The transition from entrepreneurial intentions to real entrepreneurial activity needs skills and knowledge. In this regard, the following section

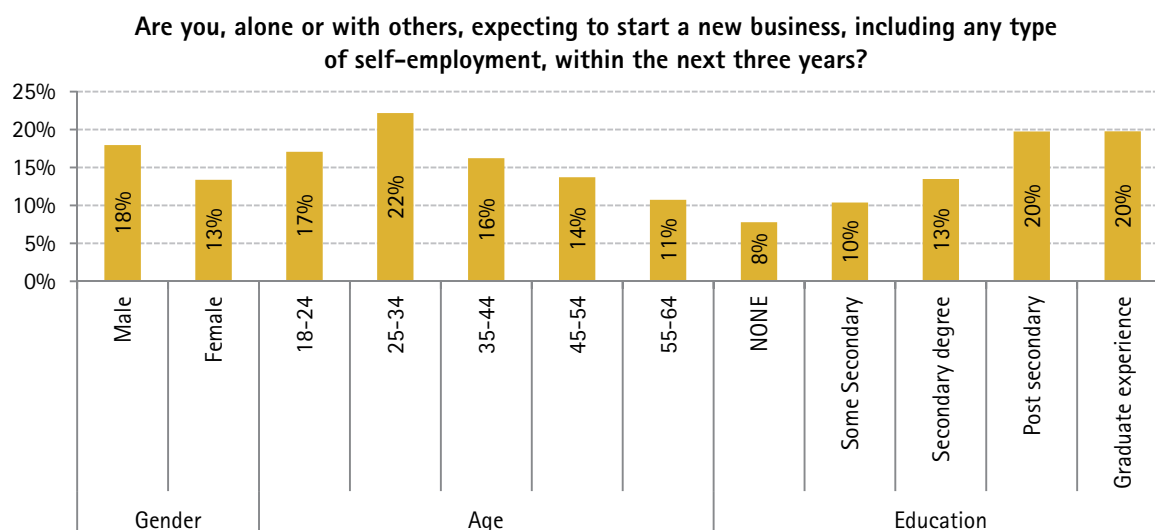
will give an inside about Luxembourg's attitude towards entrepreneurship.

Entrepreneurial intentions

In Luxembourg, 312 persons of the surveyed population expect to start a business within the next three years which is nearly as twice as much as in Belgium (9.2%) and Germany (8.9%) and higher than in France (13.7%) (the average for innovative driven countries laid around 14.4% in 2013).

Allocated to its respective group, Figure 5 shows the share of people that want to start a business within the next 3 years to come. In this context it could be shown that predominately men intend to start a business, with the prominent age group ranging between 25 and 34 years and an educational level from post-secondary to higher education (including any type of self-employment).

Figure 5: Expected business starts in the next 3 years by gender, age and education



Source: GEM 2013

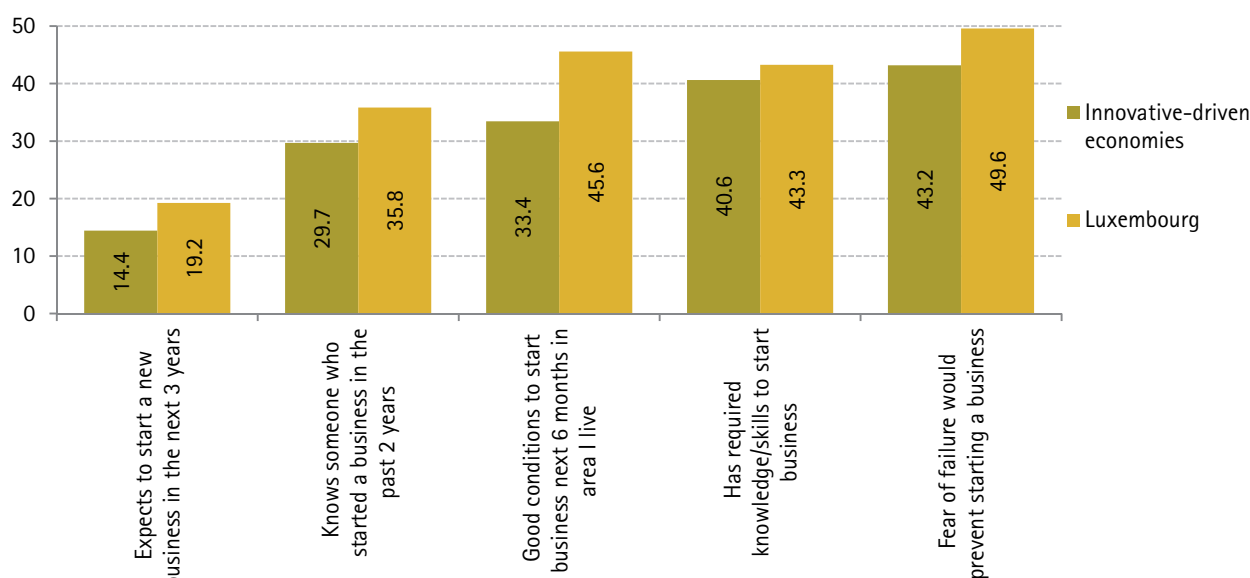
Perceptions of- and attitudes towards entrepreneurship

Besides being forced into entrepreneurship (necessity) or seeing market opportunities, other factors such as social recognition or fears of failure play an important role in the decision making process to take up an entrepreneurial activity.

A bit more than one third (36%) of the surveyed population in Luxembourg knew someone personally who started a business in the past 2 years. This is more or less the same level as in France, but higher than in Belgium (19%), Germany (25%) or innovative

driven countries (30%). With regard to the opportunities to start a business 45% of the 18 to 64 years old population think there are good opportunities to start a business in the next 6 months in the area they live; this is much higher than in its neighbouring countries where it varies from 23% to 31%, and the average of innovative driven economies (33%). With 43%, the rate of persons assuming they have the knowledge and skills to start a business is considerably higher than in Germany, France and Belgium (33% to 37%). In this country group and Luxembourg alike, the fear of failure prevents around half of the population to start a business (Figure 6).

Figure 6: Intentions, business conditions, skills and fears (% of 18–64 years old population) as international comparison



Source: GEM 2013

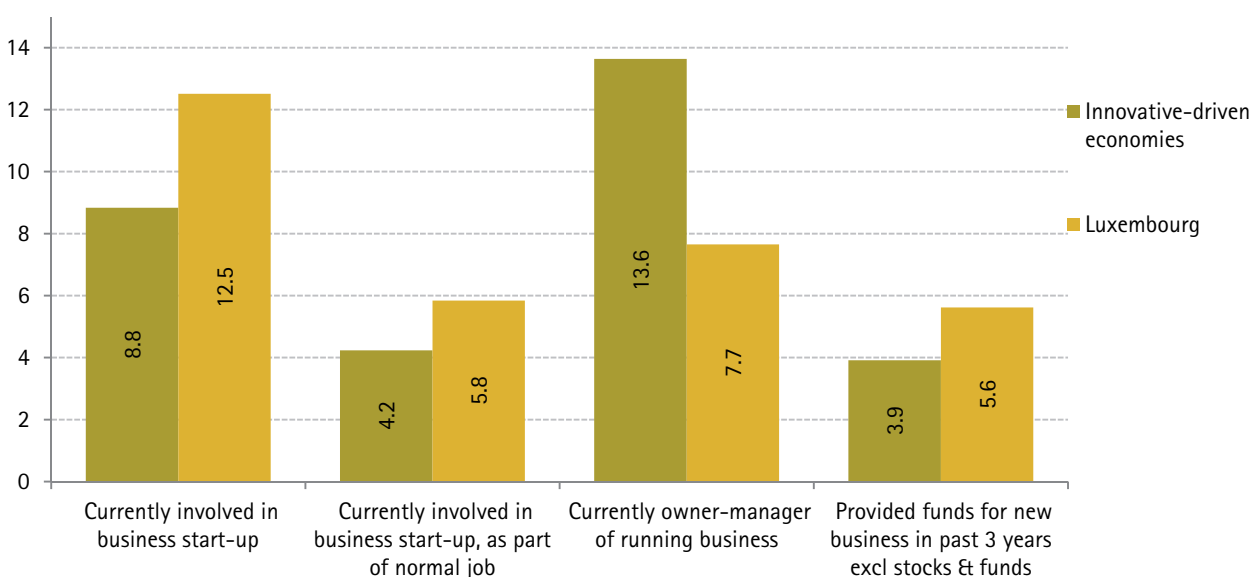
Actively involved in entrepreneurship

Another measure than actual intentions, expectations and fears is the share of persons already actively involved in entrepreneurship by owning, managing or providing funding to businesses.

With 12.5%, (176 respondents), the share of persons involved in a business start-up (as owner or as part of their job) is higher than the average of innovative

driven countries (IDC). Nevertheless, the share of persons being an owner/manager of a running business is in Luxembourg much lower than the IDC average which stands in direct contrast with the increased willingness to provide funds for new businesses, that is with 5.6% higher in Luxembourg than the overall/ general average.

Figure 7: Active involvement in entrepreneurship (% of 18–64 years old population)



Source: GEM 2013

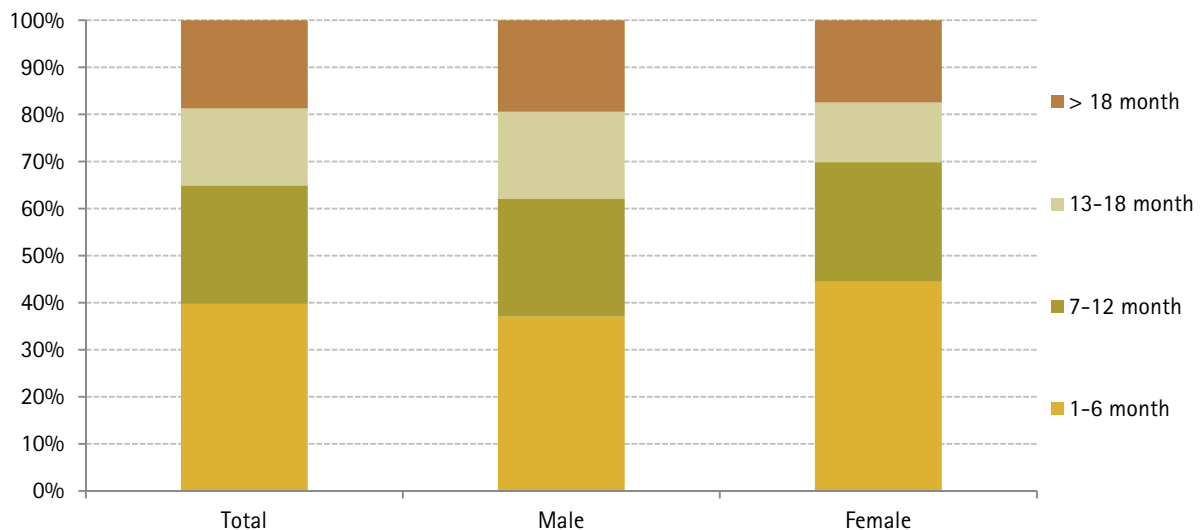
Time involved in creating a start up

In most countries, time and costs involved for setting up a company is a discouraging factor for potential entrepreneurs. In Luxembourg, more than one third of the respondents being involved in starting up a business (= 60 persons) needed more than one year to do so. Comparing this period of time with some other

initiatives by other countries¹, where it is possible to set up a company in just one day, this is deeply distressing.

Looking on gender specifics, the share of females that need less than a year to set up a company is higher than the one for males.

Figure 8: Months involved in starting a business



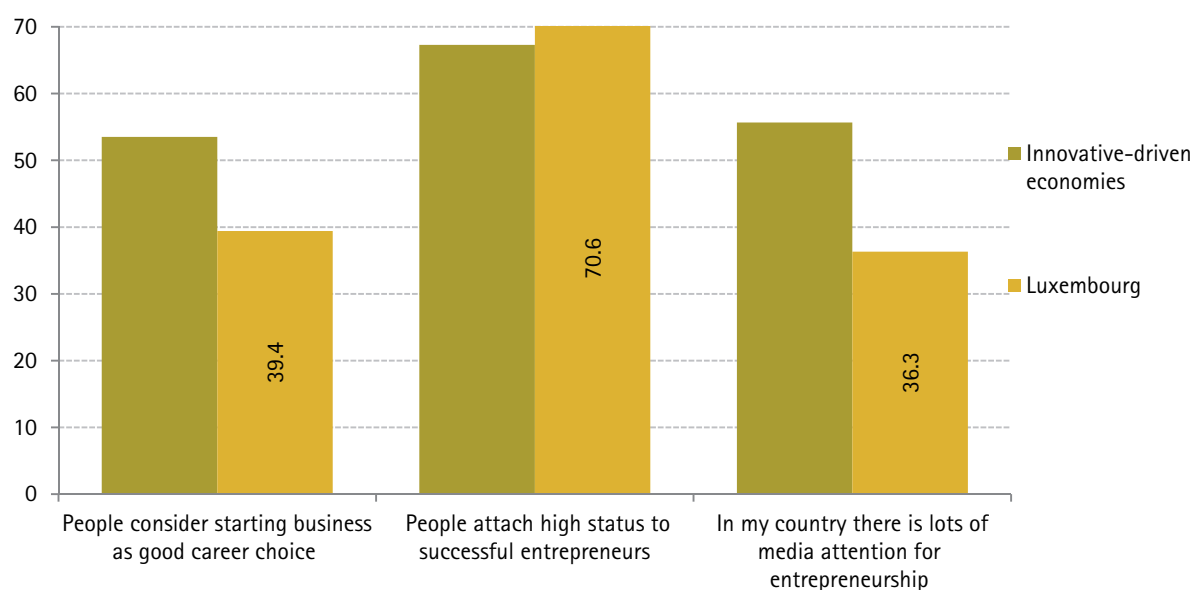
Source: GEM 2013

Entrepreneurship in the public opinion

Another important issue for entrepreneurial activity is the question of its social recognition and public status. Only 669 (40%), of the surveyed population in Luxembourg, considered starting a business as a desirable career choice, whereas it varies between 49% to 55%, in the neighbouring countries.

Nevertheless around 70% of persons in innovative countries and Luxembourg associate a successful entrepreneurship with a high status and a high level of respect. Only one third of the survey participants think there are often stories about successful entrepreneurs in the media, which is much lower than for example in Germany where around 50% think this is the case.

¹ E.G: New Zealand and Chile introduced this possibility by on-line registration

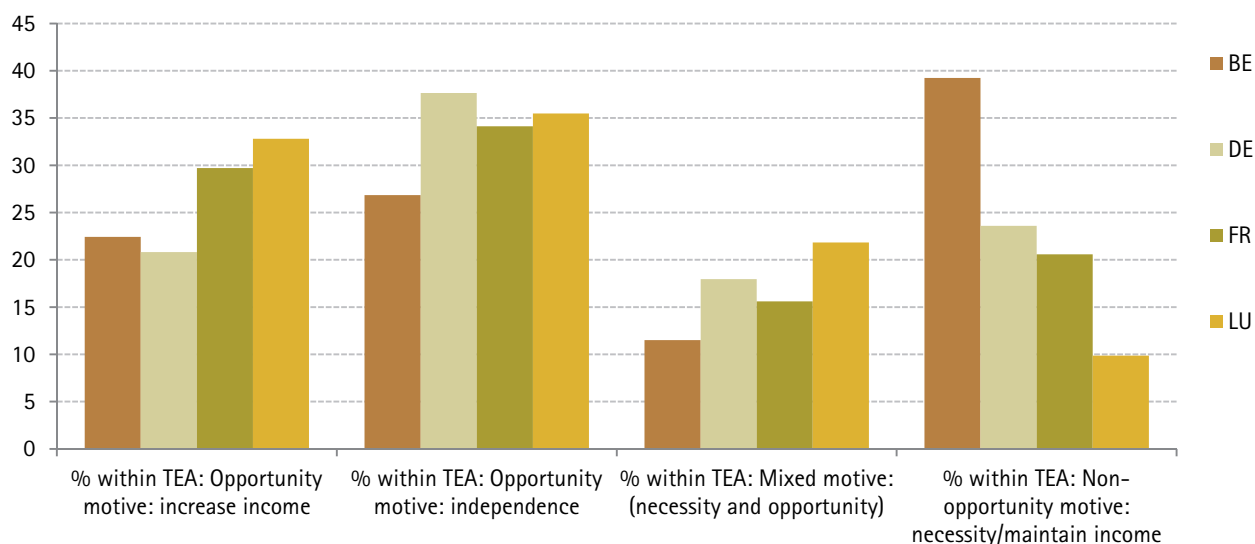
Figure 9: Perception of entrepreneurship (% of 18-64 years old population)

Source: GEM 2013

Motivation for entrepreneurship

Contrary to a predominant thinking, the increase of income is not the main driving force for entrepreneurship, as it applies to only one third of

persons active in TEA. Instead, independence is with 35.5% the main reason in Luxembourg as well as in France and Germany. Necessity or income maintenance are with around 10% the lowest in Luxembourg and with 40% the highest in Belgium.

Figure 10: Reasons to get into entrepreneurship

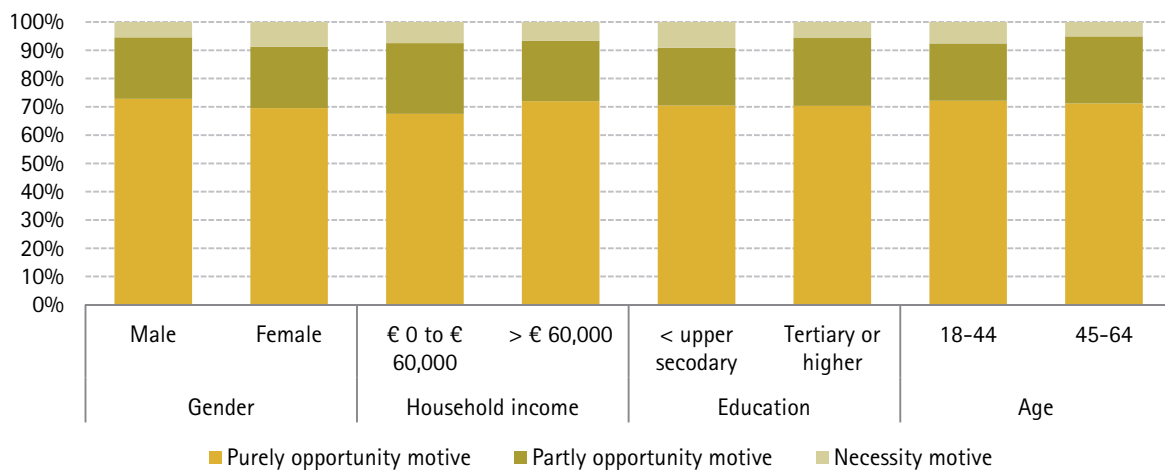
Source: GEM 2013

Entrepreneurial aspirations

Figure 10 and Figure 11 provide similar information on motives to be involved in Early Stage Entrepreneurial Activity (TEA) whilst Figure 11 distinguishes furthermore between purely opportunity, partly opportunity and necessity inducements. These three motives are shown for gender, household income-, educational- and age groups. In Luxembourg, 8.7 % of the 18-64 years old were in 2013 involved in TEA, which is a relatively high rate for an IDC (Belgium, France and Germany have only around 5 %).

Figure 11 shows that independently of gender, age group, educational level or household¹ income around 70% of the population got involved in TEA purely out of opportunity. If we add the ones who got active partly out of opportunity, we reach over 90%. Only 5.4% of men and 8.7% of women got involved out of necessity.

Figure 11: Motives to get involved in TEA



Source: GEM 2013

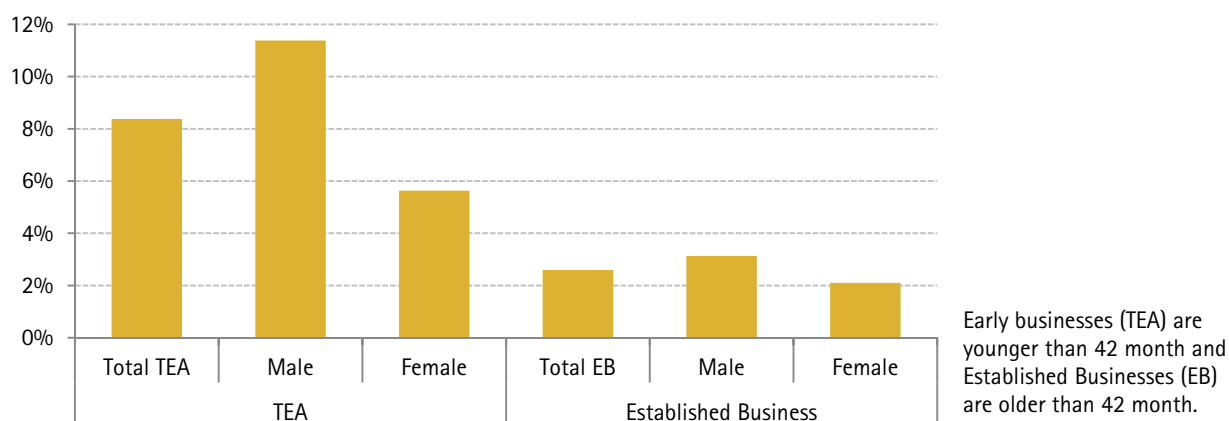
Share of early and established businesses on survey population

In Luxembourg, around 8.4% of the unweighted population (18-64 years) is involved in TEA; in this share, the part of male entrepreneurs is significantly higher than the female (Figure 12). Only a little more than 2% or 52 persons of the 2005 survey population were involved in established businesses (older 42 month). In this case specifically the discrepancy between male and female entrepreneurs still exists but is less significant.

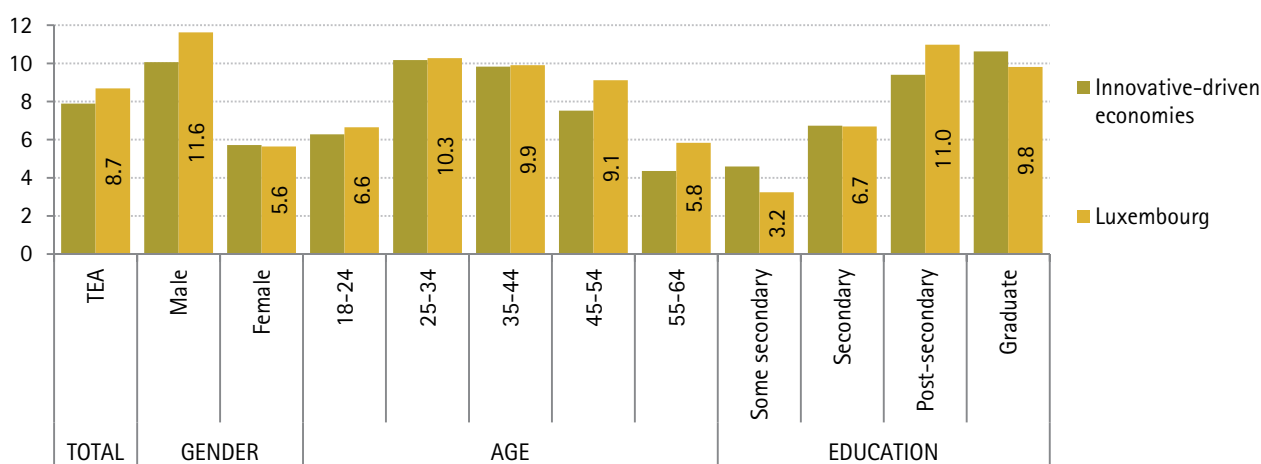
In the following, the TEA rates are compared with innovative driven countries by gender, age and

educational level. Luxembourg has a slightly higher TEA share on the population aged 18-64 years than the average of innovative driven countries (Figure 13). As the share of female TEA actors is close to other innovative driven countries, the lead is generated by male early entrepreneurs. The breakdown into age classes reveals that the share of persons active in TEA and older than 45 years is in Luxembourg higher than the innovative driven country average. On the educational side, less people with low education or graduate education are active in TEA than in other countries, whereas the group of persons with post-secondary education surpasses the country average by 1,5 percentage points.

¹ Unfortunately because of the small sample size a more detailed breakdown by age, income and educational groups is not possible.

Figure 12: Share of entrepreneurs on total 18–64 years old population

Source: GEM 2013

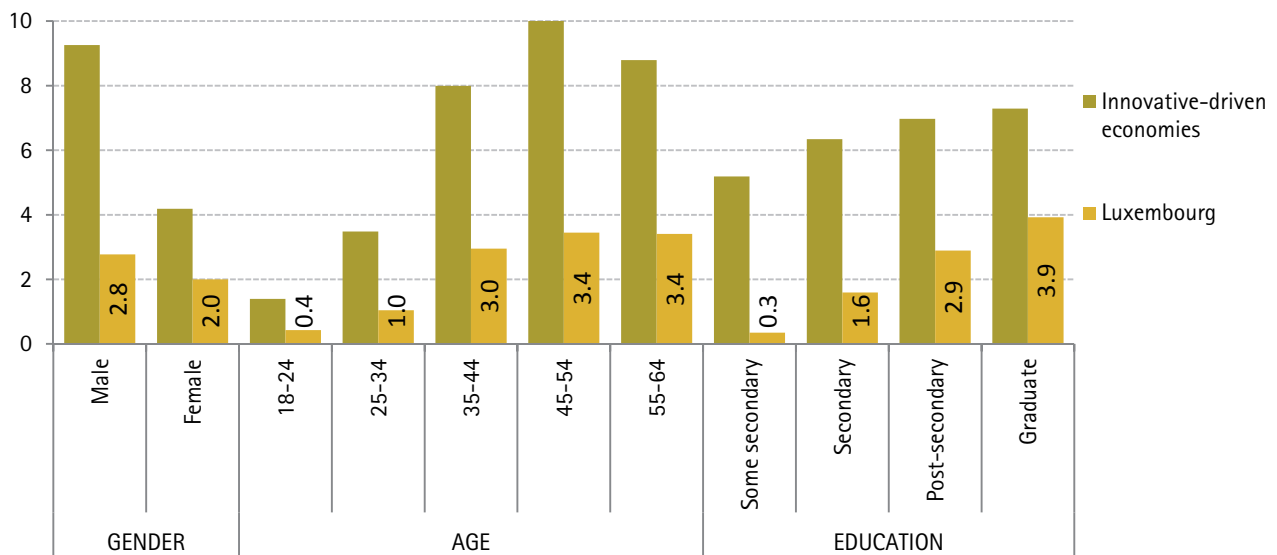
Figure 13: TEA in Luxembourg compared with innovative driven economies (as a percentage of a given subgroup)

Source: GEM 2013

The TEA levels in Luxembourg (Figure 13) are in general not much different from the innovative driven countries average. Notwithstanding this fact, moving to the established businesses (>42 month) a different picture emerges. In Luxembourg, only 2.8% of the male population between 18 and 64 years has a

business older than 42 month, which is less than one third of the average in innovative driven economies. In none of the age classes or educational levels Luxembourg reaches half of those of other countries (Figure 14).

Figure 14: Established businesses in Luxembourg compared with innovative driven economies (as a percentage of a given subgroup)



Source: GEM 2013

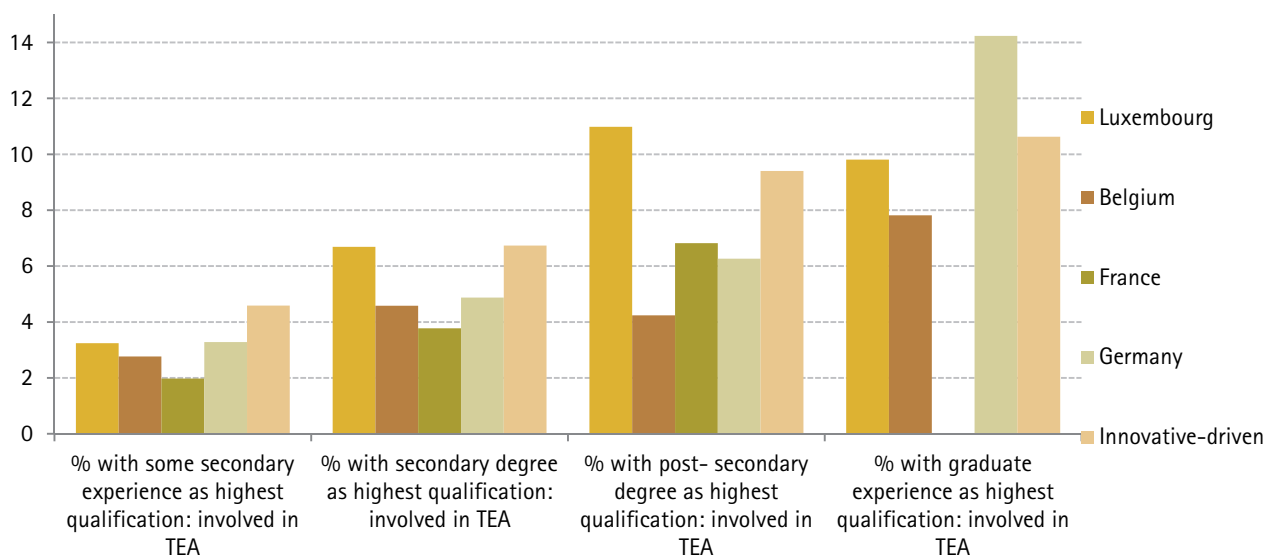
Educational levels of early entrepreneurs

Educational levels of entrepreneurs are important to examine the possible correlations between education and entrepreneurial activity.

their educational level. In Luxembourg, most people active in TEA have a post-secondary degree or higher, whereas in innovative-driven countries, Belgium and Germany early entrepreneurs have graduate experience.

Figure 15 illustrates the proportion of respondents between 18 to 64 years involved in TEA according to

Figure 15: Educational level of persons involved in TEA (% of 18-64 years old population)



Source: GEM 2013

Fields of economic activity in TEA

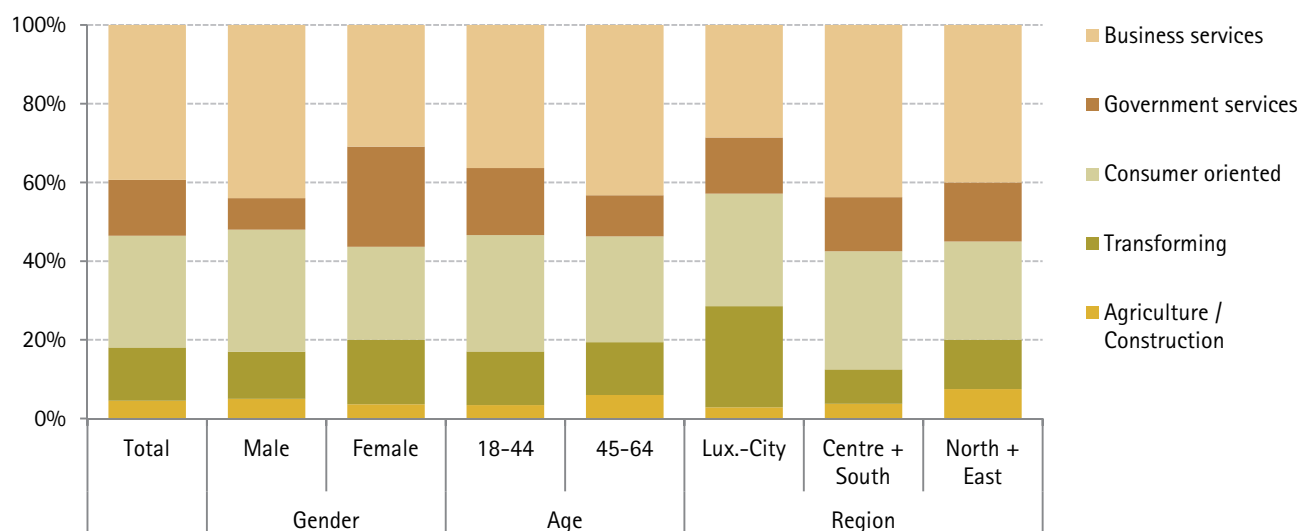
Business services represent with around 40% of TEA the major sector followed by consumer orientated services. As previously mentioned it is very difficult to calculate meaningful breakdowns because of the small sample size.

Figure 16 shows the fields of TEA activity broken down by gender, two aggregated age groups and three regional aggregates. The gender breakdown shows that male participants are mainly active in business and consumer orientated services, whereas female are

much stronger represented in government services and equally distributed over all sectors, except agriculture. It seems that with increasing age of participants people are more active in business services and slightly less in all other sectors.

Looking at the map of Luxembourg it is surprising to see that Luxembourg City has a proportionally¹ higher share of transforming industries than the rest of Luxembourg. The most business services and consumer orientated early activity are located in the centre and southern region.

Figure 16: TEA activity by sector, gender, age and region



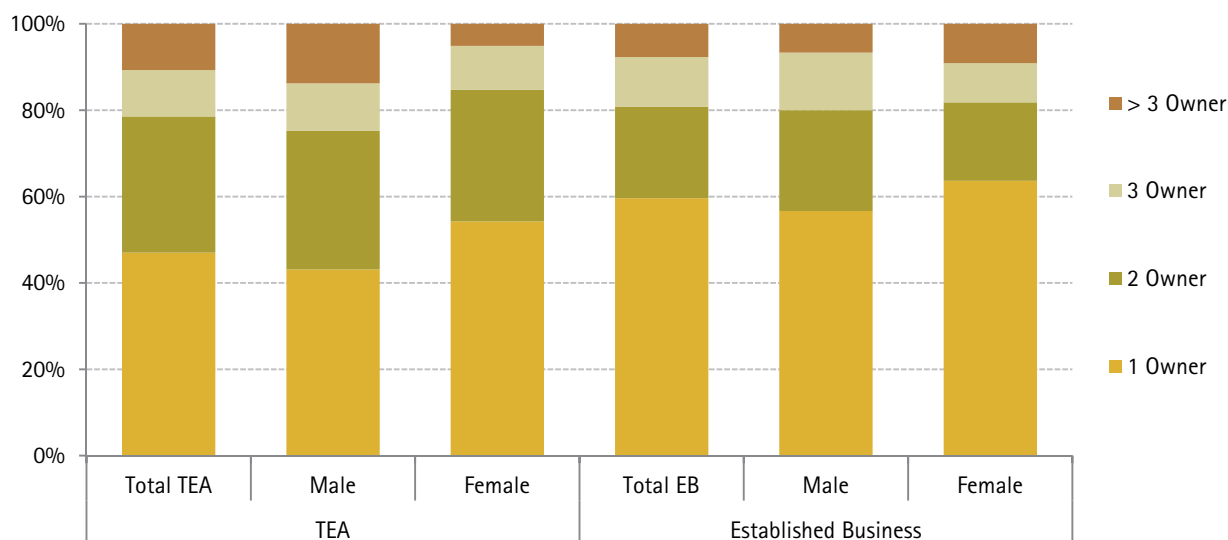
Source: GEM 2013

Ownership structure of early and established businesses

Another question GEM is dealing with is the number of owners of a single business. Most early businesses (TEA) in Luxembourg have only one owner (47%) and another 32% have two owners; only 20% have 3 or

more owners. Looking at more established companies 60% of them have only one owner and only 21% have two owners or managers. It seems that proportionally more female than male fully own their business or in other words that male owners / managers are more likely to share the ownership than female (Figure 17)

¹ Also in absolute figures has Luxembourg City with 9 early entrepreneurs in transforming industries more than the centre + south (7) or the north + east (5). This high figure can be caused by the GEM definition of transforming sector which includes transport and wholesales.

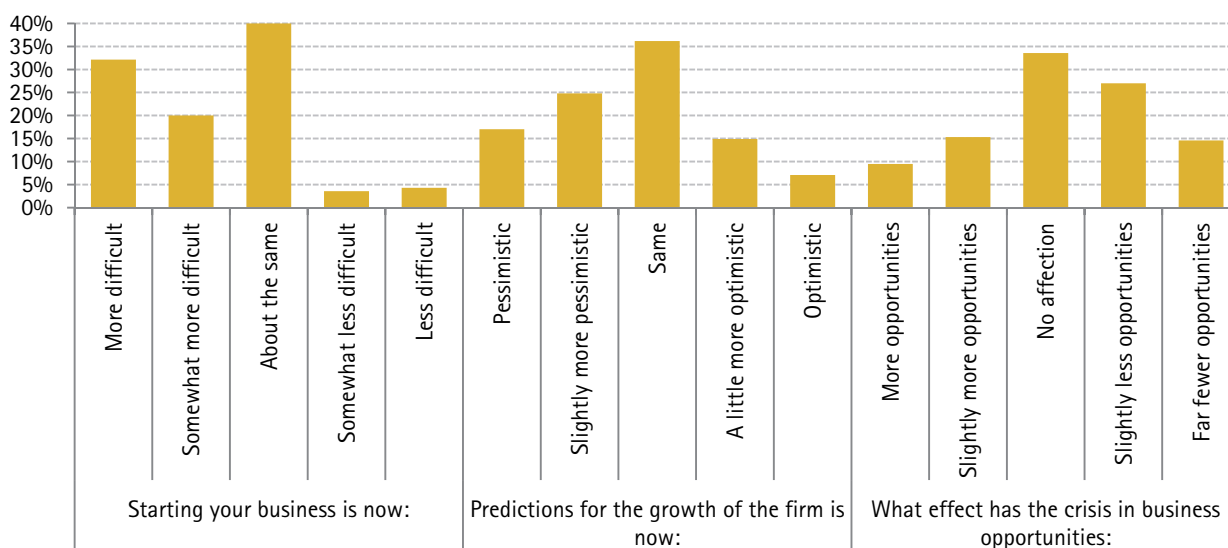
Figure 17: Ownership structure of TEA and established businesses

Source: GEM 2013

Business climate

Compared to 2012 the business climate is rather negative than positive. Around half of 140 persons involved in Start-ups answered in 2013 that it is more difficult to start a business than a year ago. Only less

than 10% say it is easier. The growth expectations are mainly pessimistic or unchanged. Asked for the impact of the crisis around 40% answered there are less opportunities whilst a quarter sees more or slightly more opportunities in the market (Figure 18).

Figure 18: Business climate compared to a year ago

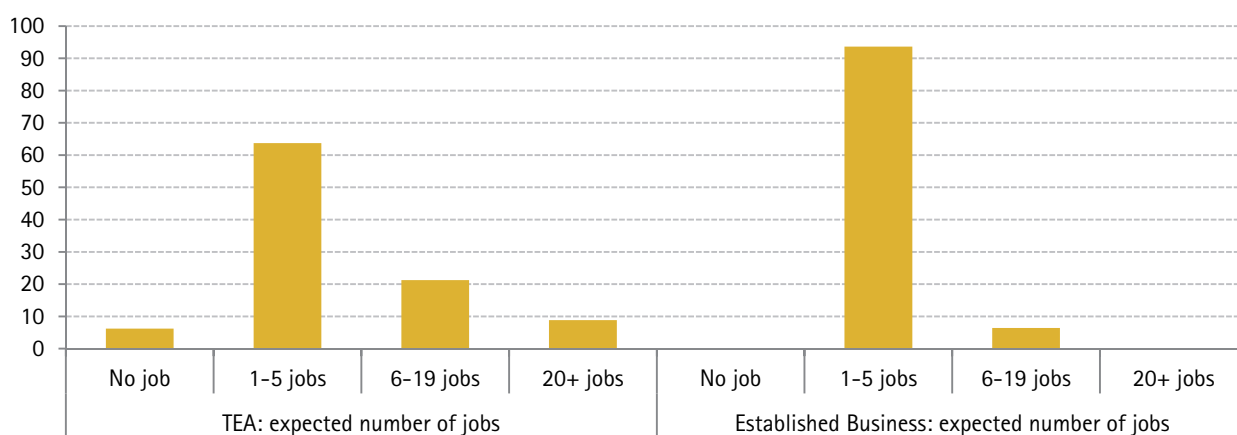
Source: GEM 2013

Job expectations

The expected job creation for the next 5 years looks rather modest. Less than one third of early entrepreneurs expect to employ more than 5 persons in the next 5 years. This result decreases even to 6.5% when established entrepreneurs are asked.

Figure 19 shows that with increasing maturity the expectations to run a business with more than 5 persons strongly diminish. On the other hand, none of the established owners or managers is expecting to work on its own in 5 years' time.

Figure 19: Job expectations in 5 years by maturity of business



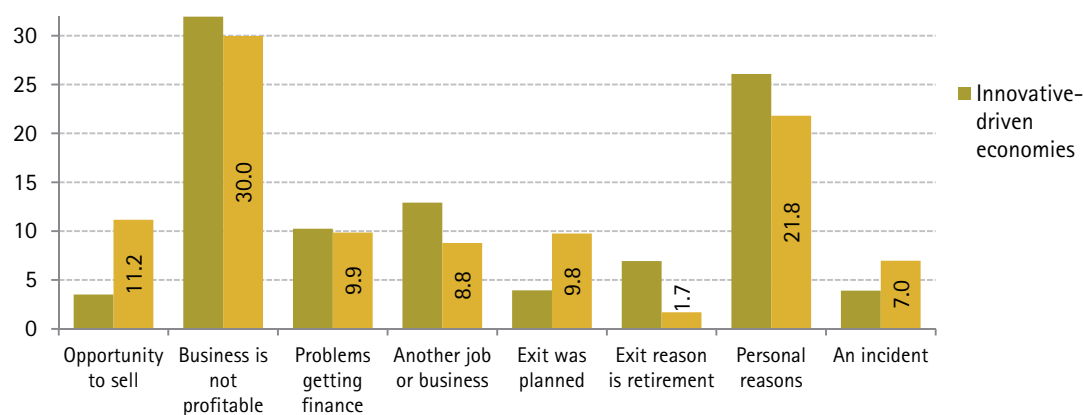
Source: GEM 2013

Reasons of exit

In principle, the end of a life cycle of a company leads to its exit from the market. In order to make better recommendations to decision makers, it is necessary to analyse the underlying reasons for the companies' exit the market. Figure 20 unfortunately gives no differentiation between the exit of an early business (TEA) or an established business. There is therefore no possibility to know at which stage of maturity the business exits the market.

In Luxembourg, like in other innovation driven countries, the lack of profitability (14 persons) is the main reason to close the business followed by personal reasons. Selling a business, for reasons of an uprising good opportunity, is in Luxembourg more than three times higher than the IDC average. Surprisingly, nearly 10% (compared to 4% in IDC's) of the market exits were planned in advance; the reasons behind a "planned exit" should be further investigated.

Figure 20: Exit reasons in Luxembourg compared with innovative driven economies (as a percentage of total exits)



Source: GEM 2013

2.3. Conclusions and Policy recommendations

After having conducted the GEM Adult Population Survey (APS) equally over the fix line phone (1005) and on-line (1000) in Luxembourg it is difficult to draw significant conclusions as we can build only on a one year data set. A deeper analysis can be carried out in the future on the basis of a longer time period. Nevertheless it can be said that Luxembourg's share of around 8,7% total early entrepreneurial activity (TEA) is slightly higher than the share of other innovation driven countries and even much higher than in its direct neighbouring countries (+/-5%). The share of male involved in TEA is marginally higher than the innovation driven countries average. The share of persons expecting to start a business within the next 3 years is 15.6%; also here the share of men is higher than the share of women. However the reason to go into entrepreneurship is - independently of gender, age or household income - because people saw good business opportunities. Only less than 10% chose their entrepreneurial status because of necessity.

Most of early businesses have only one owner (47%) or two owners (32%) however the owner structure shows a bit inverse picture as with 54% more women than men (43%) own their business. With increasing maturity of the business (older than 42 month) this picture is relativized and the difference decreases to only 7%. Asked for the business climate the interviewed start-ups stated that it is more difficult to

start a business now than a year ago and the predictions of growth are more pessimistic than one year ago. Asked on the impact of the crisis on business opportunities, 34% answered there is no affection, 42% answered that there are far fewer or slightly less opportunities; only 25% see more or slightly more opportunities.

40% of the TEA businesses are active in business services and around 30 in consumer orientated services; this confirms the strong service orientation of Luxembourg's economy. Looking at Luxembourg's geography, it looks that the centre and south of Luxembourg are even stronger into the two service sectors than the country average. A bit surprising was the insight, that Luxembourg City has in absolute numbers and in shares a very high level of TEA in transforming businesses. This result should be still investigated/confirmed in future surveys. Most of the persons involved (60%) in start-ups answered that they are up to 12 month involved in starting their business. Only 9% of the interviewees answered, that they are longer involved than 2 years. Concerning the funding of new businesses, 5% of the interviewed population answered that they provided personally funds for a new business started by someone else. Asked how much they invested: 37% refused to answer or did not know, 30% provided up to 10.000 Euro, 18% up to 50.000 euro and only 5% more than 100.000 Euro.

Future surveys have to confirm in how fare the collected results are stable over time.

3. L'accès au financement des petites entreprises indépendantes au Luxembourg

S. LARUE, S. ALLEGREZZA, L. BEN-AOUN PELTIER, A. DUBROCARD
(Publié dans «Bilan de la Compétitivité 2012» chap.8 pp. 204-218)

La crise financière de 2007 a attiré l'attention sur les éventuelles difficultés des petites et moyennes entreprises (PME) à accéder à des financements externes. La question est d'importance au Luxembourg aussi où les PME sont prépondérantes et représentent environ 64% de la valeur ajoutée, 69% de l'emploi et plus de 99% des entreprises. L'enquête «Accès au financement»¹ a été élaborée et conduite en 2010 dans le but de vérifier les conditions d'accès au financement des PME susceptibles d'être les plus fragilisées par la crise survenue en 2007. En effet, pour les entreprises de petite taille, l'accès au financement constitue souvent l'un des principaux obstacles à leur survie et à leur croissance. Les créations de nouvelles entreprises sont également entravées lorsque les conditions d'accès au crédit deviennent plus exigeantes. L'enquête européenne conduite en 2010 sous l'égide d'Eurostat auprès d'un échantillon de PME employant au moins 10 personnes vise à identifier les difficultés rencontrées, mais également les modes de financement recherchés en 2007, en 2010 et ceux anticipés pour l'avenir (2011-2013). Vingt pays² ont réalisé cette enquête parmi lesquels figure le Luxembourg. Il s'agissait notamment de savoir dans quelle mesure ces entreprises voient leurs sources de financement externes particulièrement menacées³.

A partir des réponses à l'enquête, une première direction d'étude aurait pu consister à représenter la démarche en deux étapes par laquelle l'entreprise décide d'abord de rechercher ou non un financement et voit ensuite ses efforts couronnés de succès ou pas.

Toutefois cette approche se heurte à une double contrainte. La première est inhérente à l'enquête qui observe le comportement des entreprises qui prennent la décision de demander un financement mais pas celui des financeurs qui décident d'accorder le financement. Grâce à l'enquête, on peut observer le fruit des efforts de l'entreprise mais peu de variables sont disponibles pour tenter de découvrir les facteurs qui influencent ce résultat. Au demeurant, et c'est une difficulté propre aux résultats de l'enquête du Luxembourg, la plupart des entreprises qui ont demandé un financement, quel qu'il soit, l'ont obtenu. Dans le cadre particulier de cette enquête, il n'y a donc aucun moyen de distinguer les facteurs qui influencent la demande de financement de ceux qui déterminent son obtention. Les résultats présentés se bornent donc à identifier les déterminants de la recherche de financement en 2010 puis de la recherche de financement envisagée pour 2013.

3.1. Description de l'enquête

Signalons d'emblée que la population cible de cette enquête a été restreinte volontairement à travers les critères imposés au niveau communautaire. Ainsi seules des PME autonomes existant depuis 2005 et employant en 2010 plus de 10 personnes ont été enquêtées. Dans le cas du Luxembourg, ces critères ont ainsi exclu les nombreuses filiales étrangères implantées sur le territoire.

¹ Access to Finance: Par accès au financement on entend la possibilité que les entreprises ont d'accéder aux services financiers, y compris le crédit, le dépôt, le paiement, les assurances et les autres services de gestion des risques (Demirgüç-Kunt et al., 2008).

² Allemagne, Belgique, Bulgarie, Chypre, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Pays-Bas, Pologne, Royaume-Uni, Slovaquie, Suède.

³ Les statistiques détaillées issues de l'enquête ont fait l'objet d'un Bulletin du STATEC (Larue et al. 2011).

L'enquête européenne Access To Finance (ATF)

Dans le cadre du module flexible du règlement communautaire des statistiques structurelles sur les entreprises, la Commission Européenne a souhaité collecter des données qualitatives par voie d'enquête en vue d'analyser la situation des petites et moyennes entreprises (PME) de l'Union européenne en matière d'accès au financement. Il s'agit plus précisément d'analyser les contraintes liées à la disponibilité de financement, leur évolution dans le temps, les besoins futurs de financement ainsi que les sources préférées de financement. Cette enquête collecte des données qualitatives, elle ne recueille aucune information quantitative et, en particulier, ne comporte aucun montant relatif aux financements demandés.

L'unité statistique de l'enquête sur l'accès au financement est l'entreprise. «L'entreprise correspond à la plus petite combinaison d'unités légales qui constitue une unité organisationnelle de production de biens et de services jouissant d'une certaine autonomie de décision, notamment pour l'affectation de ses ressources courantes. Une entreprise exerce une ou plusieurs activités dans un ou plusieurs endroits. Une entreprise peut correspondre à une seule unité légale.»

Parmi ces entreprises ne sont retenues que celles qui remplissent les conditions suivantes:

- avoir été créées avant 2006;
- et être toujours actives lors de l'année de référence 2010;
- employer entre 10 et 249 personnes en 2005 et au moins 10 personnes en 2010;
- avoir un centre d'intérêt économique sur le territoire économique luxembourgeois et être autonomes, c'est-à-dire ne pas être une filiale d'une autre entreprise dans le même État membre ou à l'étranger.

La population cible luxembourgeoise a été définie en appliquant les différents critères retenus à la population totale d'entreprises. Les entreprises concernées ont reçu le questionnaire en septembre 2010 et ont répondu par voie postale avant décembre 2010.

Tableau 1 : Population totale, population cible et taux de réponse par branche d'activité économique

Branche d'activité économique (NACE Rév.2)		Population totale des entreprises en 2008	Population des entreprises ayant 10 salariés et plus en 2008	Population cible ATF	Part relative de (c) dans (b)	Nombre de questionnaires exploités	Taux de réponse (d)/(c)
		(a)	(b)	(c)		(d)	
B - E	Industries extractives et manufacturières	983	367	126	34%	109	87%
	Energie						
F	Construction	2 942	947	478	50%	405	85%
G	Commerce; réparation d'automobiles et de motocycles	6 857	836	336	40%	283	84%
H	Transports et entreposage	1 156	336	90	27%	77	86%
I	Hébergement et restauration	2 728	336	153	46%	123	80%
J	Information et communication	10 300	845	213	25%	184	86%
M-N	Activités de services spécialisées, scientifiques et techniques, de services administratifs et de soutien						
Total		24 966	3 667	1 396	38%	1 181	85%

Source : STATEC, Démographie des entreprises en 2008 ainsi que l'Enquête sur l'accès au financement des entreprises en 2010

3.2. Statistiques descriptives

Près de 47,7% des entreprises interrogées n'ont effectué aucune demande de financement ni en 2007 ni en 2010. Les entreprises ayant sollicité un financement en 2010 sont plus nombreuses qu'en 2007. Elles étaient 39,5% en 2007 et 44,3% en 2010,

soit une augmentation de 15% de la proportion d'entreprises à la recherche d'un financement. De plus, 31,9% des entreprises du champ de l'enquête ont eu recours à des financements à la fois en 2007 et en 2010. Enfin, la majorité des entreprises interrogées (64%) n'ont pas l'intention de demander un financement entre la fin 2010 et décembre 2013.

Les types de financement

Le «financement par emprunt» fait référence aux montants empruntés et remboursables sur une période convenue. Sont exclus: les découverts bancaires ou les lignes de crédit, les crédits-bails, les dettes privilégiées, les emprunts subventionnés et les dettes subordonnées.

Le «financement par fonds propres» correspond à des sommes d'argent ou des actifs obtenus en contrepartie de parts sociales ou d'actions de l'entreprise.

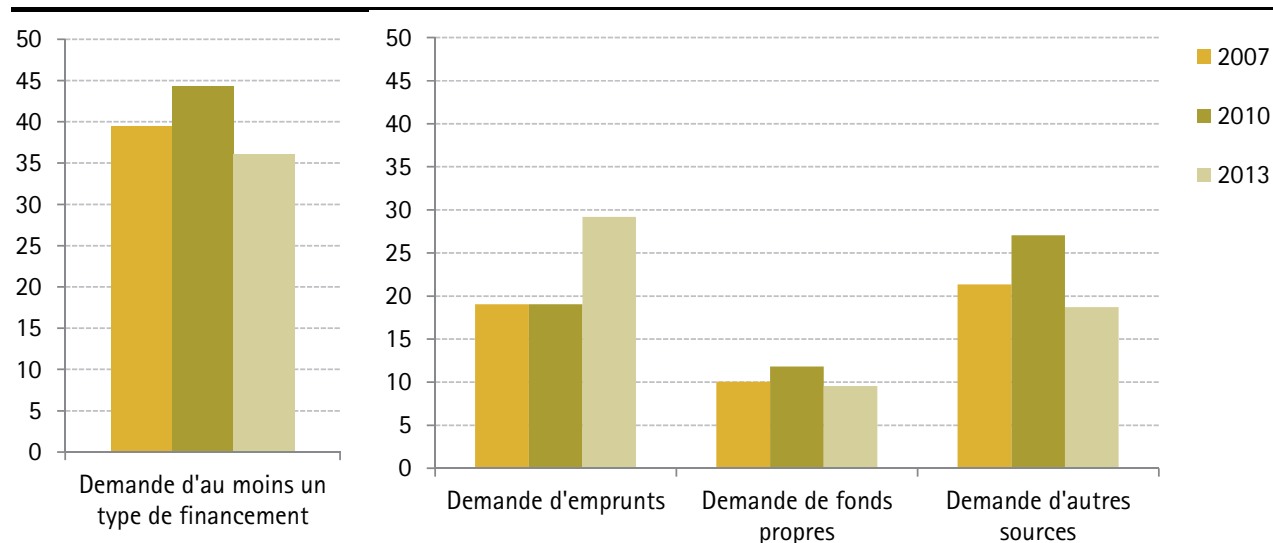
Les «autres sources de financement» incluent notamment le crédit-bail, l'affacturage, le découvert bancaire et/ou les lignes de crédit, les emprunts subventionnés, le crédit commercial des fournisseurs, les acomptes reçus sur commandes (par les clients), les crédits à l'exportation, les dettes mezzanines ainsi que les subventions de l'Etat luxembourgeois, d'Etats étrangers ou d'organisations internationales

Par types de demande de financement, les emprunts et les autres sources sont les plus sollicitées. Cependant, si le nombre de demandes de financement par emprunt est resté stable entre 2007 et 2010 (19%), les demandes pour les autres sources ont beaucoup progressé (de 21 à 27%). Cette tendance s'inverse dans les perspectives futures puisque 29% des entreprises pensent demander un financement par emprunts tandis que «seulement» 19% d'entre elles souhaitent avoir recours à d'autres sources de financement. La recherche de fonds propres est le type de financement le moins fréquemment recherché et connaît une faible évolution sur la période (entre 9,5 à 11,8%).

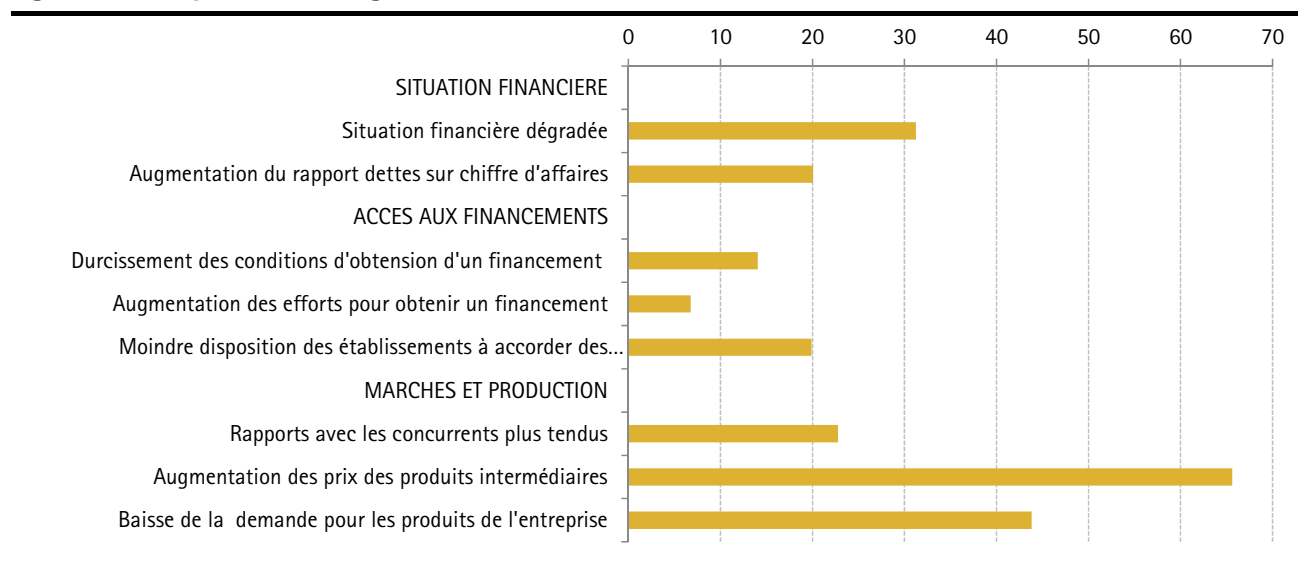
financement externe. Afin de qualifier cette perception, il a été demandé aux entreprises de donner leur sentiment sur l'évolution d'un certain nombre d'items relatifs à leur situation financière, aux conditions d'obtention d'un financement et à la situation sur leur marché. Elles ont évalué l'ampleur et la nature positive ou négative des changements perçus au moyen d'une échelle allant de «beaucoup mieux» à «pire». Le graphique suivant indique la proportion d'entreprises qui a perçu une dégradation quelle qu'en soit l'intensité. Ainsi, un peu plus de 30% des entreprises considère que sa situation financière s'est dégradée et 20% ont vu le montant de leurs dettes rapporté au chiffre d'affaires augmenter.

La perception des effets de la crise par les entreprises est également un facteur qui influence la demande de

Figure 1: Les types de financement recherchés



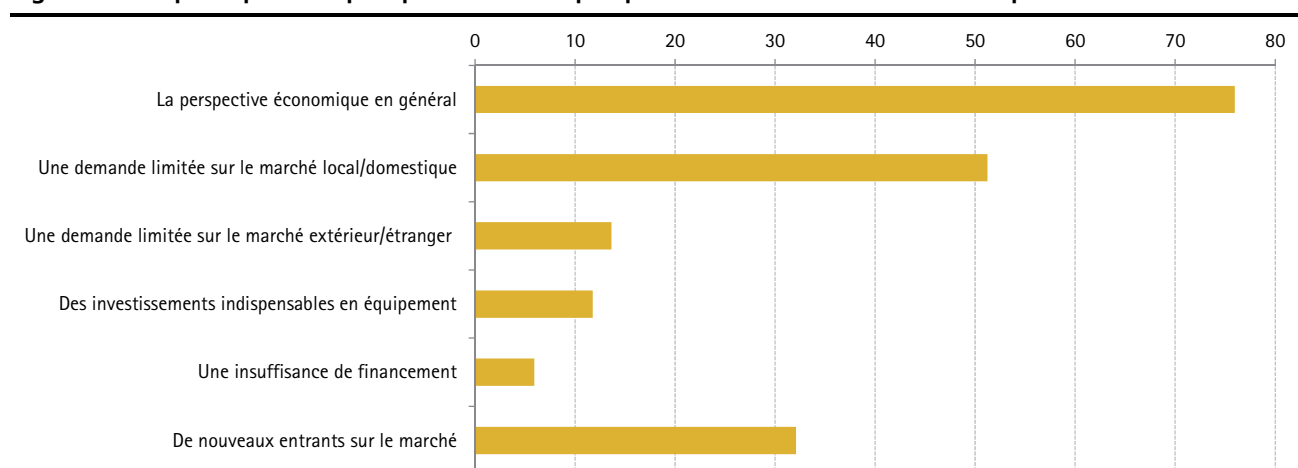
Source: Statec Enquête ATF 2010

Figure 2: Perception des changements survenus entre 2007 et 2010

Source: Statec Enquête ATF 2010

Concernant les conditions d'obtention d'un financement, les entreprises sont peu nombreuses à penser qu'elles se sont durcies entre 2007 et 2010. En effet, si près de 20% d'entre elles considèrent que les établissements de crédit sont moins disposés à accorder un prêt, cela ne constitue pas le principal changement négatif perçu. De plus seulement 14% d'entreprises interrogées jugent que le coût des intérêts a augmenté et moins de 7% d'entre elles constatent que les efforts à fournir pour obtenir un financement sont plus importants. En règle générale,

ce sont les changements intervenus sur les conditions du marché qui sont perçus le plus négativement. Ainsi, 23% des entreprises s'inquiètent d'un renforcement de la concurrence entre 2007 et 2010. Cela va de pair avec le fait que pour 44% des entreprises interrogées la demande adressée à leurs produits s'est affaiblie. Enfin, pour 66% des entreprises ce sont les prix des produits intermédiaires qui ont connu l'évolution la plus défavorable au cours de la période 2007-2010 en raison de leur forte augmentation.

Figure 3: Les principaux risques pesant sur les perspectives de croissance des entreprises

Source: Statec Enquête ATF 2010

Un second ensemble de facteurs peut peser sur la décision de demander des financements externes: il s'agit des limites que la crise impose aux perspectives de croissance des entreprises. En particulier, 76% des entreprises interrogées pensent que les perspectives

de l'économie en général vont avoir une incidence négative sur le développement de leurs activités à venir.

De plus, environ la moitié des entreprises pensent qu'une diminution de la demande sur le marché local va nuire à leur dynamique potentielle (contre moins de 14% qui pensent la même chose lorsqu'il s'agit du marché extérieur). Enfin, pour 32% des entreprises, l'arrivée anticipée de nouveaux concurrents sur le marché est perçue comme une menace susceptible de se matérialiser et de constituer un frein pour leur propre développement.

3.3. Comportement des entreprises

Afin de mieux cerner le comportement des entreprises et les déterminants de la demande de financement, deux modèles à variables dépendantes qualitatives ont été élaborés et testés. Les modèles estimés s'attachent à identifier les variables qui ont eu un impact significatif sur la décision de demander un financement externe en 2010 (puis sur le fait d'envisager aujourd'hui de demander un financement d'ici 2013).

Dans le premier modèle la variable endogène dichotomique prend la valeur 1 lorsque l'entreprise déclare avoir demandé un financement extérieur en 2010 et 0 sinon. La probabilité de demander un financement est estimée au moyen d'un modèle probit.

Dans le second modèle, trois variables endogènes, également dichotomiques, prennent chacune la valeur 1 (respectivement 0) lorsque l'entreprise :

- a) a demandé un prêt (ou non),
- b) a tenté de procéder à une augmentation de capital (ou non),
- c) a fait appel à une autre source de financement (ou non).

Les résultats des trois décisions sont observés au moment de l'enquête de façon simultanée mais les faits ont pu survenir de façon séquentielle et les décisions sont liées. Il convient donc d'estimer ensemble les demandes pour les trois types de financement au moyen d'un modèle triprobit. Cette spécification permet de tester l'existence éventuelle et la nature des liens entre les décisions.

Les mêmes spécifications sont déployées une fois pour expliquer la décision de demander un financement en 2010 puis la décision envisagée de demander un financement en 2013. Les résultats sont repris dans le tableau 2 pour les estimations de demandes survenues en 2010 et dans le tableau 3 pour les projets de demandes en 2013. Dans chaque tableau, les premières colonnes (1 à 3) présentent les effets

marginiaux des déterminants de la demande de financements pour l'ensemble de l'échantillon puis en estimant séparément les entreprises industrielles d'une part et les services d'autre part. Les résultats du second modèle figurent dans les dernières colonnes (4 à 6) où sont présentés les coefficients de l'estimation simultanée des probabilités de demander chaque type de financement distingué dans l'enquête¹.

3.4. Les déterminants de la recherche de financement en 2010

Outre ses caractéristiques propres, la décision de l'entreprise peut être influencée par plusieurs types de facteurs :

- a) Les demandes de financements antérieures, c'est-à-dire le comportement passé en matière de demande de financement qui décrit par le fait d'avoir ou non effectué une demande de financement en 2007 (respectivement en 2007 ou en 2010),
- b) Les dégradations observées entre 2007 et 2010 et notamment en ce qui concerne sa situation financière, la situation économique sur son marché et la situation économique en général,
- c) Les évolutions anticipées de ces mêmes éléments (situation financière, perspectives sur son marché et de l'économie en général) pour la période 2010-2013.

3.4.1 L'influence des demandes de financement antérieures

La décision de rechercher un financement en 2010 est principalement influencée par le fait d'avoir déjà demandé un financement en 2007. La demande de financement apparaît comme une modalité d'action récurrente de certaines entreprises qui recherchent régulièrement des financements externes (et qui rappelons-le obtiennent le plus souvent les financements demandés). Le constat reste vrai lorsqu'on prend en compte le type de demande de financement. Pour chaque type de financement, la probabilité de demande en 2010 augmente avec le fait d'avoir recherché un financement quelconque en 2007.

¹ Les effets marginaux ne peuvent être calculés de manière satisfaisante pour ce type de spécification. On s'attachera donc à interpréter les signes des paramètres sans tenir compte de leur magnitude.

3.4.2 L'impact des dégradations observées (2007 et 2010)

Toutefois, la probabilité qu'une entreprise demande un financement en 2010 varie aussi sous l'influence d'autres facteurs et notamment lorsqu'elles ont perçu des effets négatifs de la crise sur leur situation financière, sur leur marché ou sur les conditions d'accès au financement.

Les entreprises enquêtées ont été invitées à décrire les tendances qu'elles ont pu observer à travers leur situation financière, les coûts pour obtenir un financement (intérêts et autres), leur ratio dettes sur chiffre d'affaires, les autres conditions de financement (p.ex. maturité, covenants bancaires, etc.), les procédures ou les efforts pour obtenir un financement, la disposition des établissements de crédit à fournir un financement, les rapports avec les concurrents du même secteur d'activité, les prix des produits intermédiaires (matières premières, pétrole, etc.), et à travers la demande qui leur est adressée.

Parmi les évolutions constatées, cinq sont susceptibles d'avoir un impact significatif sur la recherche de financement en 2010. La diminution de la demande adressée à l'entreprise conduit à une relative diminution de la probabilité de demander un financement en 2010 seulement pour les entreprises de services. Cet effet disparaît dans l'échantillon global et lorsque les types de demande de fonds sont distingués. Pour les autres effets, ils restent significatifs dans tous les modèles testés.

Une situation financière générale qui s'est dégradée (pour les entreprises industrielles) ou l'augmentation des prix des matières premières (quel que soit le secteur d'activité et seulement pour les prêts dans le second modèle) diminuent la probabilité de rechercher un financement en 2010. En outre, une situation financière dégradée garde un impact négatif sur la probabilité de demander un prêt ou une augmentation de capital mais n'est pas significatif en ce qui concerne les autres sources de financement.

Les entreprises qui ont vu leur ratio de dettes rapportées au chiffre d'affaires augmenter ont en revanche une probabilité un peu plus élevée de chercher des financements en 2010: l'impact est plus fort pour les entreprises industrielles et reste significatif et positif lorsque l'on distingue chaque type de financement. La dégradation passée de ce ratio ne constitue donc pas une contrainte pour les nouvelles demandes de financement.

Curieusement, les entreprises qui ont constaté un accroissement de la charge administrative associée à la demande de fonds ont une probabilité significativement plus élevée de demander un financement en 2010, plus particulièrement en ce qui concerne les entreprises de services. Ce résultat – *a priori* contre-intuitif – est en fait assez fréquent puisque ce sont les entreprises qui sont le plus susceptible de rechercher des financements qui sont aussi celles qui sont donc le plus à même de percevoir une augmentation des exigences et des contraintes liées aux procédures de demande. Toutefois, cet effet n'apparaît significatif que pour les autres sources de financement.

3.4.3 L'impact des évolutions anticipées (2010-2013)

Les entreprises ont également été invitées à citer – parmi une liste de propositions – les principaux facteurs qui risquent selon elles de limiter leur croissance future. Ces facteurs reflètent les évolutions anticipées par l'entreprise et dont on suppose qu'elles influencent ses démarches actuelles en vue d'obtenir des financements. En première analyse et de façon un peu simplifiée, les perspectives de croissance de l'entreprise devraient conditionner ses décisions d'investissement qui, à leur tour, induisent une décision en matière de recherche de ressources financières externes. Les facteurs qui risquent de limiter la croissance future selon les entreprises interrogées sont: les perspectives économiques en général, une demande limitée sur le marché local/domestique, une demande limitée sur le marché extérieur/étranger, des difficultés pour investir dans des équipements rendus indispensables, une insuffisance de financement, de nouveaux entrants sur le marché.

Ainsi, et assez logiquement, les entreprises qui pensent que leur croissance pourrait être contrainte par une demande limitée sur le marché local ou qui anticipent des financements insuffisants ont plus de chances de solliciter un financement. En revanche, celles qui s'attendent à l'arrivée de nouveaux entrants sur leur marché sont moins susceptibles de rechercher un financement en 2010. Cet effet ne reste significatif (et négatif) que pour les services. Pour ces derniers, une croissance future limitée par une faible évolution anticipée sur le marché local ou par la raréfaction des financements a un impact positif sur la recherche de financements en 2010. Enfin, pour les entreprises industrielles, la propension à rechercher un financement aujourd'hui est plus forte si l'on anticipe que de nouveaux investissements en équipement seront nécessaires et même lorsque le contexte

économique général risque d'obérer le potentiel de croissance future de l'entreprise.

Par ailleurs, chaque type de demande de financement est déterminé par un ensemble de facteurs différents. L'anticipation de contraintes sur la croissance de l'entreprise, quelle que soit leur nature, n'a aucun impact significatif sur la recherche de financement par augmentation de capital. Les demandes de prêt

sont plus fréquentes pour les entreprises qui anticipent que de nouveaux équipements seront nécessaires ou que les financements vont se raréfier (ce dernier facteur est également significatif pour les demandes d'autres sources de financement). Les demandes de prêt sont moins fréquentes lorsque les entreprises anticipent une demande contrainte du fait de l'arrivée de nouveaux acteurs sur leur marché.

Tableau 2: Les déterminants de la recherche de financement
(probabilité d'avoir demandé un financement en 2010)

	PROBIT (mfx)			TRIPROBIT (coefficient)		
	Tous (1)	Industrie (2)	Services (3)	Emprunts (4)	Fonds propres (5)	Autres sources (6)
Recherche de financement						
Recherche de financement(s) en 2007	0.601 *** (0.026)	0.656 *** (0.039)	0.589 *** (0.044)	0.790 *** (0.095)	0.979 *** (0.117)	1.313 *** (0.092)
Caractéristiques de l'entreprise						
Chiffre d'affaires (2009) (<i>ln</i>)	0.007 (0.019)	-0.037 (0.037)	0.025 (0.019)	-0.071 (0.074)	0.164 ** (0.083)	0.044 (0.070)
Nombre d'employés (2009)						
[10;19]	0.028 (0.032)	0.039 (0.056)	0.042 (0.037)	0.154 (0.119)	-0.145 (0.138)	-0.074 (0.114)
[20;49]	0.041 (0.056)	0.186 (0.123)	-0.017 (0.048)	0.191 (0.197)	-0.562 ** (0.239)	0.005 (0.183)
[50; 99]	-0.019 (0.074)	0.081 (0.159)	0.012 (0.091)	0.239 (0.294)	-0.192 (0.323)	-0.460 (0.291)
[100; max]	-0.001 (0.001)	-0.003 (0.002)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.003)	0.000 (0.003)	-0.003 (0.003)
Age						
Changeements négatifs perçus entre 2007 et 2010						
La situation financière de votre entreprise	-0.042 (0.029)	-0.115 *** (0.043)	0.029 (0.040)	-0.250 ** (0.126)	-0.293 * (0.152)	0.059 (0.119)
Le ratio dettes sur chiffre d'affaires de votre entreprise	0.110 ** (0.046)	0.267 *** (0.084)	0.020 (0.042)	0.270 ** (0.127)	0.506 *** (0.149)	0.279 ** (0.126)
Le coût (des intérêts et autres) pour obtenir un financement	0.028 (0.041)	0.081 (0.071)	-0.011 (0.042)	0.117 (0.138)	0.132 (0.161)	-0.107 (0.138)
Les procédures ou les efforts pour obtenir votre financement	0.143 ** (0.060)	0.084 (0.083)	0.155 ** (0.077)	0.243 (0.156)	0.142 (0.192)	0.365 ** (0.158)
La disposition des établissements de crédit à fournir un financement	0.004 (0.041)	-0.009 (0.062)	0.022 (0.049)	0.194 (0.149)	0.136 (0.180)	-0.051 (0.148)
Les rapports avec les concurrents de votre secteur d'activité	0.012 (0.033)	0.041 (0.057)	-0.017 (0.034)	0.196 (0.121)	0.079 (0.142)	-0.009 (0.118)
Les prix des produits intermédiaires (matières premières, pétrole, etc)	-0.072 ** (0.029)	-0.104 ** (0.048)	-0.048 (0.028)	-0.248 ** (0.109)	-0.145 (0.128)	-0.045 (0.105)
La demande pour vos produits	-0.012 (0.031)	0.074 (0.063)	-0.049 (0.029)	-0.110 (0.125)	0.016 (0.145)	-0.108 (0.121)
Contraintes sur la croissance future						
La perspective économique en général	0.037 (0.031)	0.084 * (0.051)	0.007 (0.034)	0.061 (0.114)	0.103 (0.139)	0.083 (0.110)
Une demande limitée sur le marché local/domestique	0.078 ** (0.031)	-0.017 (0.040)	0.135 *** (0.043)	0.105 (0.097)	0.104 (0.115)	0.107 (0.095)
Une demande limitée sur le marché extérieur/étranger	0.021 (0.039)	-0.003 (0.061)	0.026 (0.044)	0.186 (0.135)	-0.135 (0.168)	0.044 (0.134)
Des investissements indispensables en équipement	0.070 (0.046)	0.199 ** (0.085)	-0.021 (0.039)	0.288 ** (0.135)	-0.180 (0.177)	0.189 (0.138)
Une insuffisance de financement	0.171 ** (0.075)	0.055 (0.101)	0.275 ** (0.108)	0.363 ** (0.178)	0.297 (0.202)	0.406 ** (0.178)
De nouveaux entrants sur le marché	-0.059 ** (0.025)	-0.017 (0.042)	-0.060 ** (0.027)	-0.246 ** (0.105)	-0.020 (0.120)	-0.115 (0.100)
Secteurs						
(Industrie)						
Construction	-0.026 (0.044)	-0.041 (0.049)		-0.120 (0.165)	-0.395 ** (0.200)	-0.013 (0.164)
Commerce	-0.024 (0.048)			0.034 (0.183)	-0.079 (0.213)	-0.297 (0.184)
Transport	-0.016 (0.061)		0.034 (0.056)	-0.056 (0.220)	0.145 (0.252)	-0.038 (0.220)
HORECA	-0.052 (0.053)		0.022 (0.049)	0.051 (0.207)	0.219 (0.239)	-0.512 ** (0.222)
Autres services	-0.055 (0.049)		-0.011 (0.037)	-0.521 ** (0.205)	0.016 (0.223)	0.058 (0.186)
Constante						
				-1.217 *** (0.216)	-1.879 *** (0.262)	-1.280 *** (0.214)
				<i>rho21</i>	0.231 ***	(0.078)
				<i>rho31</i>	-0.240 ***	(0.071)
				<i>rho32</i>	-0.251 ***	(0.077)
N	1 129	493	636	1 129		
LogL	-528.882 ***	-219.485 ***	-287.269 ***	-1310.254 ***		
Pseudo R2 (%)	31.79	35.59	33.74			
Prédiction (%)	80.34	81.95	80.03			
Test ratio Max. de vraisemblance rho21 = rho31 = rho32 = 0: chi2(3) = 27.6324 Prob > chi2 = 0.0000						

Notes: Les effets marginaux sont calculés en référence à la valeur 0 pour les variables discrètes, 20 pour l'âge et à la moyenne pour les autres variables continues.

Les classes de référence sont en italique. Les écarts-types figurent entre parenthèses. *** $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; * $p < 0.10$

Source : STATEC, Démographie des entreprises en 2008, Enquête sur l'accès au financement des entreprises en 2010

3.5. Les déterminants de la demande de financement en 2013

Les mêmes groupes de variables exogènes ont été utilisées dans les modèles cherchant à élucider les déterminants des demandes de financement auxquelles les entreprises projettent de recourir en 2013.

a) L'influence des demandes de financement antérieures

Ici, l'influence du comportement passé est représentée par trois variables: la recherche de financement uniquement en 2007, la recherche de financement uniquement en 2010 et la recherche de financement en 2007 ET en 2010. Que l'on envisage l'ensemble de l'échantillon ou bien les sous-échantillons des entreprises industrielles et des entreprises de services, l'effet du passé est toujours significatif et l'effet marginal le plus important est pour la troisième variable. Cela confirme l'intuition issue des résultats précédents et selon laquelle, les entreprises qui font appel à des financements externes ont une forte propension à le faire de façon régulière. Ainsi, le passé explique non seulement le présent mais également l'avenir comme cela est confirmé par l'estimation triprobit des probabilités de demande de financement par type. En effet, il s'avère que les demandes antérieures sont très significatives pour tous les types de financement envisagés (sauf pour l'augmentation de fonds propres en 2007).

b) L'impact des dégradations observées entre 2007 et 2010:

Assez logiquement, l'ensemble des variables décrivant la perception des dégradations de l'environnement économique pendant la crise ont un pouvoir explicatif plus limité pour expliquer les comportements projetés. Toutefois, les entreprises industrielles voient leur propension à envisager une demande de financement en 2013 faiblement augmenter lorsqu'elles ont expérimenté une dégradation de leur situation financière entre 2007 et 2010. En revanche,

l'ensemble des entreprises – mais plus particulièrement les entreprises de services – qui ont vu la concurrence s'intensifier, envisagent plus fréquemment de faire appel à des financements externes en 2013. Ce dernier effet positif relatif à la dégradation des rapports avec les concurrents de leur secteur d'activité est nouveau par rapport aux estimations précédentes. Enfin, l'impact positif de l'augmentation de la charge administrative sur la propension à chercher des financements en 2013 réapparaît: il est significatif notamment dans les entreprises de services et pour les autres sources de financement.

c) L'impact des évolutions anticipées (2010-2013):

Les principaux effets significatifs sont ceux qui déterminent aussi la propension à rechercher des financements en 2010 mais ils se généralisent et sont plus stables à travers les différentes estimations réalisées. Comme dans le modèle précédent, l'effet significatif le plus important est mesuré pour les entreprises qui anticipent que les financements insuffisants constitueront un frein important à leur croissance. Cet effet devient significatif également pour les entreprises industrielles prises séparément et non plus seulement pour les entreprises de services. Il en va de même des investissements indispensables en équipement dont l'effet marginal important devient significatif également pour les entreprises de services dans le modèle probit et dont le coefficient reste significatif pour les autres sources de financement dans le modèle triprobit. Les autres effets significatifs ont un impact marginal plus faible. Comme pour le modèle 2010, une demande anticipée limitée sur le marché local encourage la demande de financement des entreprises mais cette fois-ci plutôt des entreprises industrielles. L'effet est significatif pour les demandes de prêt comme pour les augmentations de capital envisagées. Comme précédemment le seul effet négatif concerne l'arrivée de nouveaux entrants qui décourage les demandes de financement des entreprises de services, quoique faiblement. L'effet de ce facteur n'est toujours significatif que pour les demandes de prêt.

Tableau 3: Les déterminants de la recherche de financement
(probabilité d'envisager de demander un financement en 2013)

	PROBIT (mfx)			TRIPROBIT (coefficient)		
	Tous (1)	Industrie (2)	Services (3)	Emprunts (4)	Fonds propres (5)	Autres sources (6)
Recherche de financement						
Recherche de financement(s) uniquement en 2007	0.224 *** (0.061)	0.172 ** (0.081)	0.236 *** (0.081)	0.788 *** (0.157)	0.308 (0.242)	0.604 *** (0.178)
Recherche de financement(s) uniquement en 2010	0.145 *** (0.046)	0.134 ** (0.066)	0.147 ** (0.057)	0.409 *** (0.137)	0.727 *** (0.179)	0.486 *** (0.156)
Recherche de financement(s) en 2007 ET en 2010	0.345 *** (0.052)	0.317 *** (0.070)	0.357 *** (0.066)	0.832 *** (0.100)	0.964 *** (0.138)	1.038 *** (0.113)
Caractéristiques de l'entreprise						
Chiffre d'affaires (2009) (<i>ln</i>)	0.006 (0.012)	0.020 (0.023)	-0.005 (0.012)	0.016 (0.067)	0.030 (0.087)	0.004 (0.075)
Nombre d'employés (2009)						
[10;19]						
[20;49]	0.013 (0.020)	-0.002 (0.029)	0.014 (0.022)	0.094 (0.108)	0.038 (0.140)	0.038 (0.120)
[50; 99]	0.014 (0.033)	0.011 (0.055)	0.008 (0.034)	0.196 (0.177)	0.057 (0.228)	0.024 (0.197)
[100; max]	0.007 (0.050)	0.013 (0.080)	-0.029 (0.040)	0.292 (0.272)	0.203 (0.323)	-0.154 (0.297)
Age	-0.001 (0.000)	-0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.000 (0.003)	-0.000 (0.003)	-0.003 (0.003)
Changements négatifs perçus entre 2007 et 2010						
La situation financière de votre entreprise	0.018 (0.022)	0.090 * (0.051)	-0.018 (0.018)	0.076 (0.111)	-0.078 (0.149)	-0.044 (0.125)
Le ratio dettes sur chiffre d'affaires de votre entreprise	0.002 (0.022)	-0.018 (0.027)	0.010 (0.026)	0.058 (0.120)	0.083 (0.151)	-0.046 (0.132)
Le coût (des intérêts et autres) pour obtenir un financement	-0.017 (0.021)	-0.000 (0.032)	-0.024 (0.021)	-0.164 (0.131)	-0.022 (0.165)	-0.113 (0.141)
Les procédures ou les efforts pour obtenir votre financement	0.086 ** (0.043)	0.108 (0.067)	0.051 (0.043)	0.194 (0.145)	0.191 (0.177)	0.377 ** (0.155)
La disposition des établissements de crédit à fournir un financement	0.021 (0.028)	0.003 (0.035)	0.032 (0.036)	0.202 (0.136)	-0.063 (0.168)	-0.032 (0.147)
Les rapports avec les concurrents de votre secteur d'activité	0.075 ** (0.032)	0.041 (0.037)	0.097 ** (0.046)	0.264 ** (0.108)	0.169 (0.137)	0.251 ** (0.117)
Les prix des produits intermédiaires (matières premières, pétrole, etc)	0.001 (0.018)	0.006 (0.029)	-0.003 (0.019)	0.079 (0.102)	0.101 (0.133)	0.070 (0.113)
La demande pour vos produits	0.011 (0.021)	-0.018 (0.026)	0.034 (0.030)	-0.044 (0.111)	0.153 (0.140)	0.115 (0.120)
Contraintes sur la croissance future						
La perspective économique en général	0.025 (0.020)	0.022 (0.028)	0.024 (0.024)	0.093 (0.105)	-0.030 (0.137)	0.066 (0.115)
Une demande limitée sur le marché local/domestique	0.046 ** (0.022)	0.060 * (0.034)	0.024 (0.021)	0.209 ** (0.089)	0.268 ** (0.117)	0.144 (0.098)
Une demande limitée sur le marché extérieur/étranger	0.010 (0.024)	-0.000 (0.034)	0.024 (0.030)	0.107 (0.127)	0.143 (0.159)	0.143 (0.137)
Des investissements indispensables en équipement	0.131 *** (0.047)	0.134 * (0.070)	0.110 ** (0.053)	0.590 *** (0.128)	0.142 (0.162)	0.407 *** (0.134)
Une insuffisance de financement	0.260 *** (0.081)	0.263 ** (0.122)	0.202 ** (0.092)	0.661 *** (0.168)	0.138 (0.202)	0.379 ** (0.171)
De nouveaux entrants sur le marché	-0.027 * (0.016)	-0.009 (0.023)	-0.031 * (0.017)	-0.249 *** (0.095)	0.016 (0.121)	0.010 (0.104)
Secteurs						
<i>(Industrie)</i>						
Construction	-0.012 (0.027)	-0.015 (0.028)		-0.072 (0.159)	0.170 (0.220)	-0.280 * (0.163)
Commerce	-0.032 (0.030)			-0.169 (0.176)	0.183 (0.240)	-0.559 *** (0.188)
Transport	0.049 (0.047)		0.075 (0.049)	-0.093 (0.210)	0.526 ** (0.267)	0.108 (0.212)
HORECA	-0.011 (0.034)		0.007 (0.029)	-0.034 (0.200)	0.570 ** (0.262)	-0.484 ** (0.218)
Autres services	-0.038 (0.030)		-0.013 (0.022)	-0.330 * (0.186)	0.386 (0.245)	-0.468 ** (0.196)
Constante						
				-1.376 *** (0.211)	-2.535 *** (0.308)	-1.471 *** (0.230)
				<i>rho21</i>	0.525 ***	(0.056)
				<i>rho31</i>	0.617 ***	(0.043)
				<i>rho32</i>	0.421 ***	(0.061)
N	1 129	493	636	1 129		
LogL	-586.456 ***	-269.454 ***	-308.851 ***	-1261.797 ***		
Pseudo R2 (%)	21.19	18.87	24.70	Test ratio Max. de vraisemblance rho21 = rho31 = rho32 = 0:		
Prédiction (%)	74.84	71.60		chi2(3) = 247.417 Prob > chi2 = 0.0000		

Notes: Les effets marginaux sont calculés en référence à la valeur 0 pour les variables discrètes, 20 pour l'âge et à la moyenne pour les autres variables continues. Les classes de référence sont en italique. Les écarts-types figurent entre parenthèses. *** $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; * $p < 0.10$

Source : STATEC, Démographie des entreprises en 2008, Enquête sur l'accès au financement des entreprises en 2010

3.6. Conclusions and Policy recommendations

L'enquête sur l'accès au financement des entreprises a été conduite auprès d'un échantillon représentatif des entreprises indépendantes et donc les plus susceptibles de voir tarir leurs sources de financement externe dans le contexte économique de 2007-2010. Finalement, les résultats de l'enquête montrent que ces entreprises n'ont pas particulièrement souffert bien que, en la matière, la situation puisse évoluer très vite et qu'elle doive être suivie avec des outils adaptés (de type baromètres). Dans la perspective plus longue où s'inscrit cette étude des déterminants structurels, il convient de garder à l'esprit que l'enquête ne permet pas d'observer la décision d'investissement de l'entreprise mais simplement la décision de rechercher des financements. D'une part, l'entreprise peut investir sans avoir recours à des financements externes et d'autre part, elle peut solliciter des financements qui n'ont pas pour objet l'investissement. En effet, les autres sources de financement recouvrent des instruments de court terme qui pourraient être utilisés

à d'autres fins comme par exemple des avances de trésorerie.

Malgré ces limitations importantes, l'apport de l'enquête et des modèles présentés est non négligeable. D'abord, les modèles ont permis de mettre en évidence le poids des habitudes en matière de demande de financement. Ainsi, les entreprises qui font appel aux financements externes ont tendance à le faire régulièrement. Ensuite, l'enquête montre que lorsqu'une entreprise décide de faire appel à des financements externes, dans la très grande majorité des cas (88%), ses demandes aboutissent favorablement. Les modèles ne permettent pas de déterminer si ce résultat est imputable à une sorte d'auto-rationnement des entreprises qui intégreraient *a priori* les contraintes que pourraient leur imposer les financeurs et qui les empêcheraient d'accéder aux financements externes. Toutefois, ils montrent clairement qu'une nette perception d'effets potentiellement négatifs de la crise influence la probabilité d'avoir fait appel ou de projeter de faire appel à des financements externes principalement en vue d'investir.

3.7. Références

- AGHION, P., FALLY, T., & SCARPETTA, S. (2007). Credit constraints as a barrier to the entry and post-entry growth of firms. *Economic Policy*, 22(52), 731-779.
- AYADI, R., BERNET, B., BOVHA-PADILLA, S., FRANCK, T., HUYGHEBAERT, N., GASPAR, V., et al. (2009). Financing SMEs in Europe. *SUERF Studies*, number 2009/3.
- BECK, T., DEMIRGÜÇ-KUNT, A., LAEVEN, L., & MAKSIMOVIC, V. (2006). The determinants of financing obstacles. *Journal of International Money and Finance*, 25, 932-952.
- CANTON, E., GRILO, I., MONTEAGUDO, J., & VAN DER ZWAN, P. (2010). *Investigating the perceptions of credit constraints in the European Union*. Research Paper ERS-2010-001-ORG, Erasmus Research Institute of Management (ERIM).
- HECKMAN, J. J. (1976). The Common Structure of Staistical Models of Truncation, Sample Selection and Limited Dependant Variables and a Simple Estimator for Such Models. *Annals of Economic and Social Measurement*, 5, 475-492.
- HECKMAN, J. J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, 47, 153-161.
- LARUE, S., DUBROCARD, A., & ZANGERLÉ, G. (2011). *L'accès au financement des PME autonomes en 2010*. Bulletin du STATEC n°3.
- LÜNNEMANN, P., & MATHÄ, T. Y. (2011). *How do firms adjust in a crisis? Evidence from a survey among Luxembourg firms*. BCL WP70. Luxembourg: Banque Centrale du Luxembourg.

References

- ACEMOGLU D., GANCIA G., and ZILIBOTTI F. 2012. "Competing Engines of Growth: Innovation and Standardization." *Journal of Economic Theory* 147 (2) (March): 570-601.e3..

ARCHER K.J. and LEMESHOW S. 2006. "Goodness-of-Fit Test for a Logistic Regression Model Fitted Using Survey Sample Data." *The Stata Journal* 6 (1): 97–105.

CEN-CENELEC. 2012. "CEN-CENELEC Position Paper on Horizon 2020."
http://www.cencenelec.eu/News/Policy_Opinions/PolicyOpinions/PPhorizon2020.pdf.

EU.2008. n 133. "COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL, THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE Towards an Increased Contribution from Standardisation to Innovation in Europe". Brussels: COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0133:FIN:EN:PDF>.

Eurostat. 2009. "'High-Technology' and 'Knowledge Based Services' Aggregations Based on NACE Rev . 2."
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_SDDS/Annexes/htec_esms_an3.pdf.

GREENE WH. 2008. *Econometric Analysis*. 6th ed. Cloth: Prentice Hall.

ILNAS/ANEC. 2012. "STANDARDS ANALYSIS ICT SECTOR LUXEMBOURG."
<http://www.ilnas.public.lu/fr/publications/confiance-numerique/etudes-nationales/standards-analysis-ict-v1-0.pdf>.

RIILLO C.A.F. 2014. "The Engagement in Standardization Activities A Firm Level Analysis of Formal and Company Standardization." <http://www.statistiques.public.lu/catalogue-publications/economie-statistiques/2014/70-2014.pdf>.

VARIAN, H.R., FARREL J. AND SHAPIRO C. 2005. "ECONOMICS OF INFORMATION TECHNOLOGY". CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

4. Who wants to develop ICT standards? – Insights from ICT usage survey 2013

Cesare A.F. Riillo*

Standardization, the process to develop standards, is recognized by policy makers as a useful tool to increase innovation, competitiveness and growth (e.g. CEN-CENELEC, 2012; EU(2008)¹. Scholars are investigating how and when standardization can promote productivity and growth. For example, Acemoglu, Gancia & Zilibotti (2012) consider standardization and innovation as competing engines for growth. As standards allow interoperability, the potential impact of standardization is particularly important in fields of Information and Communication Technology –ICT–(Varian et al. 2005). However, despite the importance of standards not many firms are participating in standardization. In Luxembourg, in 2010 around 2% of all firms with at least ten employees, are engaged in formal standardization processes (Riillo 2014). To better understand the standardization phenomenon, a dedicated module about ICT standardization was designed and included in the ICT usage survey 2013.

Policy makers aiming to promote a larger participation in the standardization are willing to understand better the features of firms with high potential of participation. Firms interested in ICT standardization today are the best candidates for being engaged tomorrow. To advise policy makers, the current research explores the features of firms interested in ICT standardization but that are not currently engaged. Based on the ICT standardization module, firms can be grouped into three categories according to their approach:

- engaged in standardization in any ICT subsector,
- interested but not currently engaged,
- with no interest.

The research focuses mainly on the features of interested firms because they are more likely to participate compared to firms with no interest in ICT standardization. However, insights on engaged firms and figures about the interest of firms in precise ICT subsectors are provided².

Current investigation adds two main aspects to ICT standardization research. First, it explores both behaviour and attitude of the firms towards ICT standardization on a representative sample of the economy. Second, it is the first quantitative study describing the features of firms interested in specific subsectors of ICT standardization on representative sample.

The paper is organized as follows. Section 4.1 presents the dataset, Sections 4.2 and 4.3 describe the attitude and behaviour of firms towards ICT standardization. Section 4.4 shows the result of the econometric analysis. The paper concludes with final remarks in Section 4.5.

4.1. Dataset

The quantitative analysis leverages on a dedicated module on ICT standardization of ICT usage survey 2013 in Luxembourg (ICT usage 2013). The ICT survey is based on the main official data source for ICT related activities in European Union and Luxembourg. The survey is conducted by the national statistical office and it is representative of the Luxembourgish business economy, including manufacturing, ICT sector and services³. The survey collects information about firms' characteristics, the market perception and ICT usage. The ICT survey is made up of two parts: first part is common to all European Countries; the second part is country-specific. The ICT 2013 for Luxembourg includes a module about ICT standards

*The author is grateful to Eva Ruckert and STATEC colleagues for useful suggestions. Thanks go to Nicolas Domenjoud, Jean-Philippe Humbert, Hervé Peter and Laurent Wahl for feedbacks and support. The opinions expressed here are those of the author and do not necessarily correspond to those of the institution of affiliation

¹ CEN is the European Committee for Standardization; –CENELEC are the European Committee for Electrotechnical Standardization.

² ICT subsectors are: Cloud computing; Data centre; Telecommunications; Software and system engineering; Security technology; Data management; Electronic signature; E-archiving (ILNAS/ANEC 2012).

³ The participation is mandatory. ICT survey 2013 includes construction but no financial sector. The ICT usage survey is based on online procedure. Selected firms receive a letter by mail communicating password and login for survey website. Alternatively the firms can fill and send the questionnaire by mail.

and standardization that retrieve information about ICT standardization engagement and potential interest. More precisely, a firm is defined as "engaged" if in 2013 it is participating in the elaboration of ICT standards in recognized body (e.g. ISO, CEN, CENELEC, ETSI)" or consortia (e.g. IETF, W3C, OASIS).

The exact wording of the question is: "Is your enterprise currently participating into the elaboration of ICT standards?"

- a) Recognized body (e.g. ISO, CEN, CENELEC, ETSI)".
- b) Consortia (e.g. IETF, W3C, OASIS)

Additional questions provide information about the interest in ICT standardization in several ICT areas. The exact wording of the question is: Is your enterprise interested to participate in ICT standardization in any of the following areas?

- a) Cloud computing (e.g. TR 102 997, 103 125)
- b) Data centre (e.g. EN 50600-1:2012)
- c) Telecommunications (e.g. ISO/IEC 21481:2012)
- d) Software and system engineering (e.g. ISO/IEC 20000-1, ISO/IEC 15504)
- e) Security technology (e.g. ISO/IEC 27001)
- f) Data management (e.g. ISO/IEC 19503, ISO/IEC 9075-1)
- g) Electronic signature (e.g. ISO/IEC 7810:2003)
- h) E-archiving (e.g. ISO 30301)
- i) Others

These questions, jointly with the information about firms' characteristics and perception of market condition, enable the analysis of the standardization attitude and behaviour.

4.2. Attitude and behaviour: some insights

Based on information about participation and interest in ICT standardization, firms can be grouped in three categories:

- Engaged (firms participating in ICT standardization recognized bodies or consortia)

- Interested but not engaged (firms not participating but that expressed interest in at least one ICT standardization area)
- Not interested (the rest of the firms)

As shown in Table 1, the approach towards ICT standardization is particularly uneven. Almost 7% of the firms are engaged, around 13% are interested and 80% are not concerned with ICT standardization issues. Despite some differences in sample and definition, the 7% of engaged firms in 2013 can be roughly compared to almost 2% for 2010 data (Riillo 2014)¹. The increase from almost 2 percentage points in 2010 to almost 7 percentage points in 2013 suggests a growing awareness of Luxembourgish firms towards standardization². Nevertheless, other countries with a longer standardization tradition show higher percentage. For example, 11% of Dutch firms are engaged in standardization (Blind, Vries, & Mangelsdorf, 2012). Remarkably, at least 445 firms, equal to almost 13% of all firms, report to be interested in at least one ICT standardization subsector.

Table1: ICT Standardization approach of Luxembourgish firms

ICT standardization	Number of firms	% of firms
Engaged	235	7.09%
Interested but not engaged	445	13.42%
Not interested	2635	79.49%
Total	3315	100%

Source: ICT usage 2013 Luxembourg. Notes: weighted observation; information for 337 firms is missing.

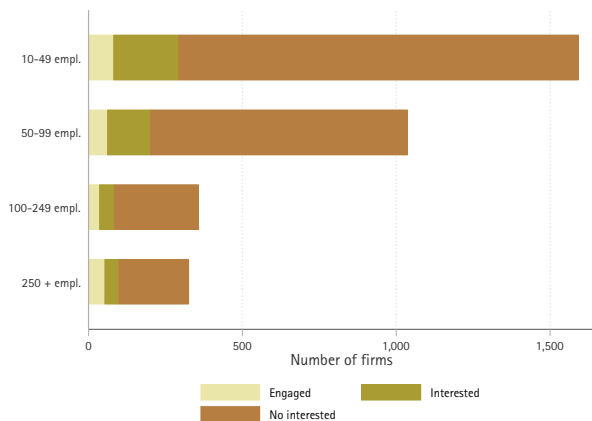
To shed some light on the standardization approach, Figure 1 shows the breakdown by size. In absolute terms, small firms, with 10-49 employees are the majority of Luxembourgish firms (more than 1500) and compared to other size classes, engaged firms are relatively common (almost 80 out of a total of 235 engaged firms). Almost 200 out of 445 of all interested firms are small. With respect to large firms, among almost 300 firms with more than 250 employees, almost 50 are engaged and 40 are interested.

¹ The figure for 2010 is based on the Community Innovation Survey 2010 that includes financial but not the construction sector. Moreover, in the 2010 engagement definition does not include consortia (Riillo 2014).

² Activities conducted by ANEC GIE since 2011 can possibly explain this trend. However, there is no evidence to support or discard this explanation.

It is relevant to compare large and small firms in relative terms. Among small firms almost 5% (80 out of 1500) are engaged while this share is almost 17% (50 out of 300) for large firms. Possible economies of scale or lack of resources among small firms can explain this different likelihood. A dedicated analysis on the propensity of firms interested in standardization is presented in Section 4.3.

Figure 1: Approach towards ICT standardization by size class (number of employees)

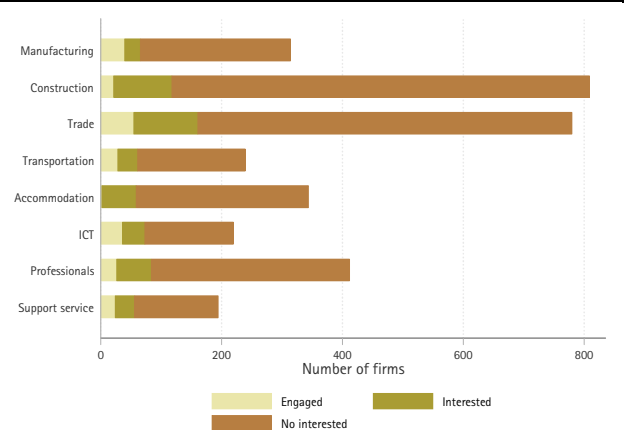


Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Note: standardization in any ICT area

While Figure 1 shows the standardization approach towards ICT standardization by size, Figure 2 presents the breakdown by economic activity. Sectors are defined according to the European industrial activity classification (NACE code rev. 2). The distribution among sectors appears rather uneven. The highest number of engaged firms are active in trade (55 out of total 235), manufacturing (almost 40 out of 235 total) and ICT sector (almost 36 out of 235). Almost no firm operating in accommodation sector is engaged in standardization activities. The highest number of interested firms is operating in construction and trade sector that are as well the most numerous in absolute terms (both include almost 800 firms). In relative terms, it is worth to point out that almost 16% of ICT firms are active in standardization (about 35 out of about 220), around 13% in manufacturing (almost 40 out of 314) and 13% in support services (25 out of around 200). Other sectors have a lower propensity. A dedicated analysis focusing on the propensity of firms interested in standardization is presented in Section 4.3.

Figure 2: Approach towards ICT standardization by sector



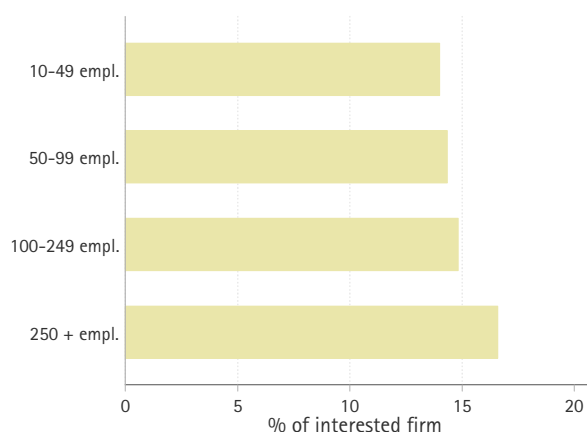
Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Notes: Standardization in any ICT area. Manufacturing includes sector C D and E of NACE classification; Professional includes L and M of NACE classification

4.3. Expressing interest in participating: contingency analysis

If the standardization increases the innovation and productivity potential of the economy, the policy makers aiming to achieve these objectives should promote a larger participation in standardization. From this point of view, investigating the features of firms not participating but that expressed an interest to engage in ICT standardization is particularly relevant. Therefore, the rest of the investigation focuses exclusively on interested firms which are not currently involved in ICT standardization activities. The following figures show the distribution of interested firms along the size and sector of economic activity.

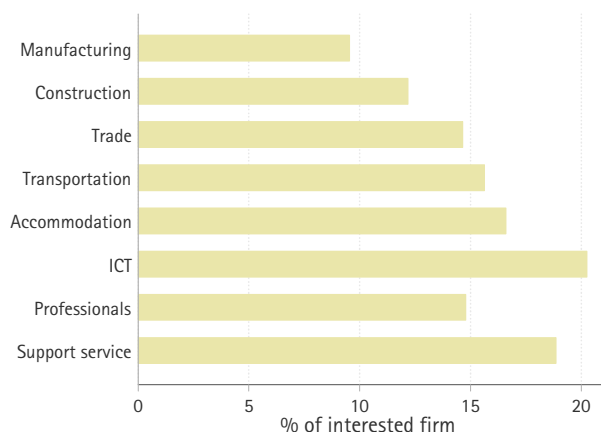
As shown in Figure 3 the propensity of a firm of being interested varies little with respect to size. Among firms with 10 to 49 employees, almost 14% declare to be interested to at least one field of ICT standardization. This percentage is almost 17% among firms with more than 250 employees.

Figure 3: Distribution of firms interested in participating in ICT standardization by size**Source: ICT usage 2013 Luxembourg**

Note: standardization in any ICT area.

Empl.= employees

Considering the economic activity of the firm, Figure 4 shows that the percentage of interested firms varies considerably across sectors. The share of firms interested in ICT standardization is lowest amongst manufacturing firms (less than 10%) and it is highest among ICT firms (20%) followed by support services (19%) and accommodation (17%).¹

Figure 4: Distribution of firms interested in participating in ICT standardization by economic sector (NACE)**Source: ICT usage 2013 Luxembourg**

Note: Standardization in any ICT area

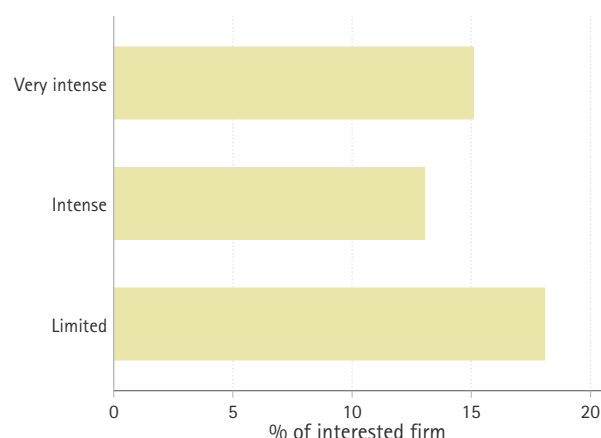
Manufacturing includes sector C D and E of NACE classification;
Professional includes L and M of NACE classification

Market conditions could potentially influence interest in ICT standardization, as shown in Figure 5. Among

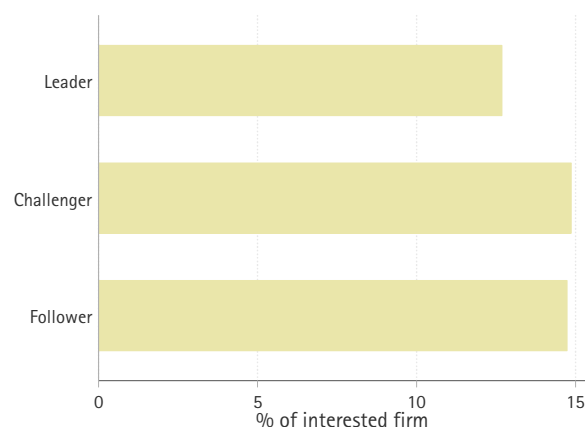
¹ It is worth to note that 13% of manufacturing firms are already engaged in the standardization activities, as shown in section 4.2

firms perceiving very intense competition², 15% report to be interested in at least one ICT standardization subsector. This percentage is almost 13% among firms reporting intense competition and around 18% for firms with limited competition.

Figure 6 shows that firms that perceive themselves as leaders, almost 13% are interested in ICT standardization, while amongst challengers and followers, this percentage is almost 15%.

Figure 5: Distribution of firms interested in participating in ICT standardization by economic sector by competition intensity**Source: ICT usage 2013 Luxembourg**

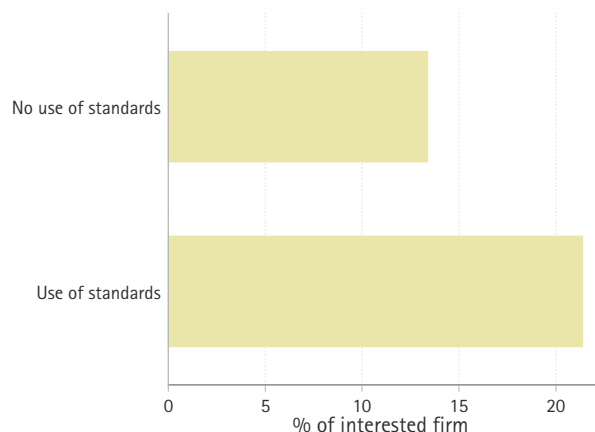
Note: standardization in any ICT area

Figure 6: Distribution of firms interested in participating in ICT standardization by market position**Source: ICT usage 2013 Luxembourg**

Note: standardization in any ICT area

² Competition is self-assessed by survey respondent on three-level Likert scale (Limited, intense, very intense).

Figure 7: Distribution of firms interested in participating in ICT standardization by use of ICT standards

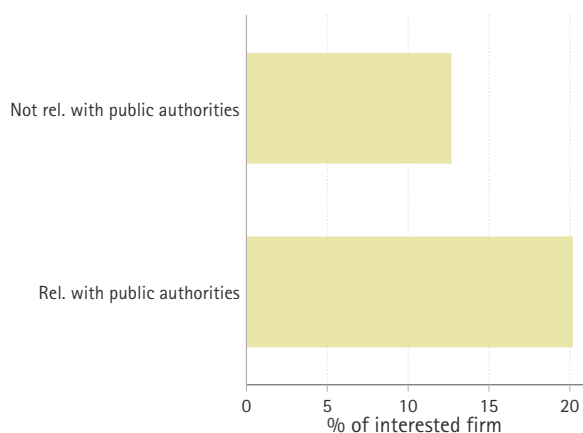


Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Note: standardization in any ICT area

The ICT usage survey 2013 includes some information about the use of ICT standards in the production of its main product or service¹. Figure 7 shows that almost 22% of firms using ICT standards are interested in participating in ICT standardization. Firms that are not using ICT standards amount to 13%.

Figure 8: ICT standardization and business relationship with public authorities



Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Note: standardization in any ICT area. Rel. = relationship

Finally, Figure 8 shows the association between ICT standardization interest and the relationship with public authorities. The ICT usage survey 2013 includes some information on the use of Internet to access

¹ The wording of the question is: Does your enterprise use any ICT standards producing its main products or services?

a) recognized body (e.g. ISO, CEN CENELEC, ETSI)".

b) consortia (e.g. IETF, W3C, OASIS)

documents for tenders to public authorities (i.e. e-procurement).² The e-procurement can be interpreted as proxy variable for identifying firms in a business relationship with public authorities. Looking at Figure 8, it appears interested firms amount to almost 20% amongst firms in a business relationship with public authorities, and 13% otherwise.

4.4. Econometric analysis

While the contingency analysis inspected the bivariate correlation between different firms features and standardization interest, the econometric analysis accounts for all these features simultaneously. The study explores the probability of being interested using the logit model (Greene 2008).

Formally, the logit model can be written as:

$$\text{Prob}[INT = 1|X] = \frac{e^{(X'\beta)}}{1 + e^{(X'\beta)}}$$

INT is the dichotomous dependent variable and it takes the value 1 when a firm is interested but is not currently participating in any ICT standardization and 0 if the firm is not interested. β is the vector of parameters and X is the vector of the features of the firms presented during the contingency analysis in Section IV.4.3.

To facilitate the interpretation of the econometric model, only the average marginal effects of preferred specification are presented in Table 2³. Average marginal effects show the average impact that the features of the firm have on the probability of being interested in ICT standardization. The logit estimations used to calculate the average marginal effects and more parsimonious logit specifications are reported in Table 1 in the Annex.

² The exact wording of the question is: "During 2012, did your enterprise use the Internet for accessing tender documents and specifications in electronic procurement systems of public authorities?"

³ The model is preferred because of higher adjusted pseudo R-square.

Table 2: Logit estimates

Dependant variable interest in ICT standardisation		Average marginal effects
Size	Natural Logarithm of employees	0.0111 (0.0117)
Sectors	Manufacturing	Base
	Construction	0.0230 (0.0325)
	Trade	0.0726** (0.0335)
	Transportation	0.0459 (0.0433)
	Accommodation	0.0554 (0.0463)
	ICT	0.0904* (0.0506)
	Professionals	0.0625* (0.0378)
	Support services	0.0920 (0.0560)
Market position	Leader	-0.0520* (0.0310)
	Challenger	-0.0111 (0.0277)
	Follower	Base
Competition	Very intense	-0.0677* (0.0380)
	Intense	-0.0755** (0.0375)
	Limited	Base
Use of standards	1.Use of standards	0.0612* (0.0329)
Relationship with public authorities	1.Relationship with public authorities	0.0734*** (0.0254)
	Constant	
Statistics	Observations	1482
	Weighted observation	2921

Source: ICT usage 2013 Luxembourg. Notes: standardization in any ICT area.
Robust standard errors in parentheses; * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

The marginal effects reported in Table 2 are commented below.

Interest in ICT standardization is not statistically associated to size at conventional level. However, previous studies (for a review see Riillo, 2014) find evidence of strong correlation between size and participation in standardization. A possible explanation is that, despite their potential interest, smaller firms are lacking the human and financial resources to effectively participate in ICT standardization.

With respect to economic activities, service firms are generally more likely to be interested in ICT standardization than manufacturing, *ceteris paribus*. Compared with firms of manufacturing sector, firms in ICT, trade and sector of professionals are more likely to be interested in ICT standardization (respectively 9, 7 and 6 percentage points).

Considering market conditions, firms that perceive themselves as market leaders are less likely to be interested in ICT standardization than follower firms (5 percentage points). Firms with technological

leadership are possibly not willing to cooperate in ICT standardization projects to avoid unintended knowledge spill-overs.

Raising the level of competition reduces the likelihood of interest. Reading at Table 8, firms in competitive markets and very competitive market have respectively 8 and 7 less percentage points than firms experiencing moderate competition. Some considerations can possibly explain why market leaders and firms in high competitive markets are less likely to be interested in ICT standardization. Standardization processes require some degree of trust and coordination among players; firms operating in high competitive markets or firms that are market leaders are probably less likely to cooperate with competitors and therefore they are not willing to engage in the standardization process. However, further research is advisable.

Firms using ICT standards in the production of its main product or service are around 6 percentage points more likely to be interested in ICT standardization than firms not using ICT standards. Remarkably, firms that are in a business relationship with public authorities are more interested in ICT standardization. If public procurement contracts refer to legislation and related standards, then firm in a business relationship with public authorities can have an interest to participate in standardization to anticipate and influence future procurement requirements.

Finally, assessing the goodness of fitness of the model, the Hosmer-Lemeshow test for survey data with weighted observations (Archer and Lemeshow 2006) provides evidence for adequacy of the model.¹

4.5. Conclusions and Policy recommendations

Standardization can be an important tool to promote productivity and growth. Allowing communication and interoperability between different devices, the potential impact of standardization is particularly high in ICT sector. However, not many firms are participating in ICT standardization. To shed some light on standardization phenomenon and advise policy makers aiming to promote a larger participation in standardization, the current research explores the features of firms potentially interested in participating

in ICT standardization. Based on a dedicated module of the ICT survey 2013 for Luxembourg, firms are grouped in three categories: firms engaged in standardization in any ICT area, firms interested but not currently engaged, and firms with no interest. The research focuses mainly on interested firms because in the future, they are more likely to participate in standardization than firms with no interest in ICT standardization.

The investigation is performed in two stages. A preliminary analysis describes how firms with different approaches are distributed across sectors and size classes. Second, both contingency and econometric analysis is implemented to identify the features of firms interested in any area of ICT standardization. Because of the relevance for policy makers, additional figures show features of interested firms in specific ICT subsectors.

The econometric analysis shows that typical firm interested but not currently engaged in ICT standardization is a firm that is active in the service sector, uses standards, is in a business relationship with the public authorities, experiences moderate competition and is not a market leader. It is worth to notice that size does not influence the probability of a firm to be interested. Therefore, it is plausible that the lack of financial and human resources of small firms prevent small to participate in standardization rather than the lack of interest.

Future research could specifically investigate the obstacles that prevent interested firms from being fully engaged in ICT standardization. Other streams of research could aim to qualify the impact of participation in ICT standardization in terms of productivity and innovation, both at micro and macro level. Future extensions of this research could include a cross country comparison to investigate whether the pattern changes across country.

Despite the explorative nature of the study, some policy implication can be drawn. If policy makers aim to increase the number of firms engaged in ICT standardization, they should keep raising awareness about ICT standardization opportunities and especially target firms with the features identified in the study. Additionally, specific policies aiming to provide resources to interested SMEs are particularly advisable.

¹ The Hosmer-Lemeshow is $F(9,1473) = 1.26$ Prob > F = 0.253. If the estimated values fit well observed values, then the Hosmer-Lemeshow test is not statistically significant at conventional level.

4.6. References

ACEMOGLU D., GANCIA G., and ZILIBOTTI F. 2012. "Competing Engines of Growth: Innovation and Standardization." *Journal of Economic Theory* 147 (2) (March): 570–601.e3.

ARCHER K.J. and LEMESHOW S. 2006. "Goodness-of-Fit Test for a Logistic Regression Model Fitted Using Survey Sample Data." *The Stata Journal* 6 (1): 97–105.

CEN-CENELEC. 2012. "CEN-CENELEC Position Paper on Horizon 2020."
http://www.cencenelec.eu/News/Policy_Opinions/PolicyOpinions/PPhorizon2020.pdf.

EU.2008. n°133. "COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL, THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE Towards an Increased Contribution from Standardisation to Innovation in Europe". Brussels: COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0133:FIN:EN:PDF>.

Eurostat 2009. "'High-Technology' and 'Knowledge Based Services' Aggregations Based on NACE Rev. 2."
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_SDDS/Annexes/htec_esms_an3.pdf.

GREENE WH. 2008. *Econometric Analysis*. 6th ed. Cloth: Prentice Hall.

ILNAS/ANEC. 2012. "STANDARDS ANALYSIS ICT SECTOR LUXEMBOURG."
<http://www.ilnas.public.lu/fr/publications/confiance-numerique/etudes-nationales/standards-analysis-ict-v1-0.pdf>.

RIILLO C.A.F. 2014. "The Engagement in Standardization Activities A Firm Level Analysis of Formal and Company Standardization." <http://www.statistiques.public.lu/catalogue-publications/economie-statistiques/2014/70-2014.pdf>.

VARIAN, H.R., FARREL J. AND SHAPIRO C. 2005. "ECONOMICS OF INFORMATION TECHNOLOGY". CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

4.7. Annexes

4.7.1 Alternative specifications

Table 1: Model estimates of parsimonious specifications.

		(1) Interested	(2) Interested	(3) Interested	(4) Interested	(5) Interested
Size	Ln emp. 2013	0.0984 (0.0773)	-0.0836 (0.290)	0.00132 (0.299)	-0.0446 (0.308)	-0.0720 (0.327)
Sectors	Manufacturing	base	base	base	base	base
	Construction	0.313 (0.311)	-0.301 (1.258)	0.0671 (1.297)	-0.0147 (1.314)	-0.0219 (1.370)
	Trade	0.538* (0.312)	-0.457 (1.231)	-0.187 (1.261)	-0.141 (1.277)	-0.0963 (1.338)
	Transportation	0.555 (0.363)	-1.202 (1.446)	-0.912 (1.455)	-1.007 (1.473)	-1.019 (1.518)
	Accommodation	0.703* (0.396)	0.987 (1.662)	0.860 (1.825)	0.523 (1.863)	0.452 (1.834)
	ICT	0.901** (0.376)	2.225 (1.734)	2.364 (1.786)	2.062 (1.774)	1.838 (1.819)
	Professionals	0.558 (0.342)	-0.767 (1.366)	-0.716 (1.409)	-0.738 (1.426)	-0.717 (1.478)
	Support services	0.788** (0.381)	-0.179 (1.452)	0.136 (1.515)	0.147 (1.523)	-0.0208 (1.575)
Size sectors interaction	Manufacturing # Ln emp.		0.166 (0.332)	0.0784 (0.340)	0.111 (0.347)	0.0805 (0.364)
	Trade # Ln emp.		0.284 (0.325)	0.241 (0.330)	0.230 (0.336)	0.230 (0.355)
	Transportation # Ln emp.		0.461 (0.367)	0.406 (0.369)	0.446 (0.376)	0.444 (0.392)
	Accommodation # Ln emp.		-0.139 (0.488)	-0.125 (0.539)	-0.0286 (0.545)	0.0207 (0.531)
	ICT # Ln emp.		-0.411 (0.497)	-0.419 (0.510)	-0.368 (0.508)	-0.345 (0.524)
	Professionals # Ln emp.		0.391 (0.368)	0.387 (0.376)	0.391 (0.382)	0.387 (0.396)
	Support services # Ln emp.		0.261 (0.358)	0.193 (0.372)	0.211 (0.376)	0.247 (0.393)
Market position	Leader			-0.358 (0.260)	-0.380 (0.263)	-0.453* (0.265)
	Challenger			-0.0311 (0.217)	-0.0583 (0.220)	-0.0899 (0.224)
	Follower			base	base	base
Competition	Very intense			-0.379 (0.267)	-0.390 (0.266)	-0.528** (0.269)
	Intense			-0.446* (0.265)	-0.479* (0.265)	-0.593** (0.269)
	Limited			base	base	base
Use of standards	Use of standards				0.495** (0.211)	0.437** (0.217)
Relationship. with public authorities	Relationship with public authorities					0.573*** (0.185)
	Constant	-2.612*** (0.411)	-1.945* (1.111)	-1.833 (1.135)	-1.720 (1.157)	-1.599 (1.220)
	Observations	1555	1555	1508	1500	1482
	II_0	-1271.2	-1271.2	-1220.5	-1210.2	-1204.4
	II	-1260.9	-1253.8	-1198.3	-1183.0	-1166.2

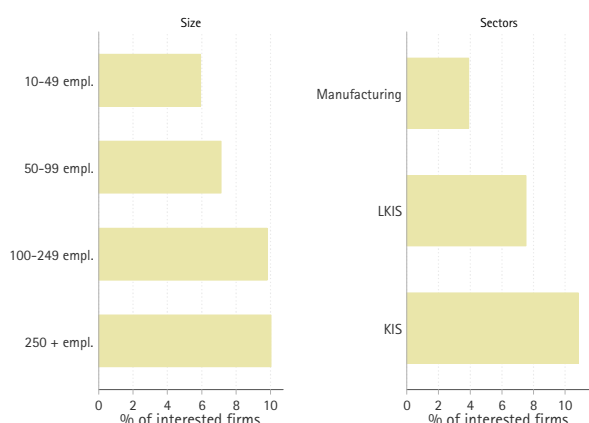
Source: ICT usage 2013 Luxembourg. Notes: standardization in any ICT area; robust standard errors in parentheses; * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

4.7.2 Specific ICT standardization subsectors

While previous section investigated the firms interested in any ICT subsector, this section focuses on the interest in subsectors of ICT to fully explode all available data. The following figures show the percentage of interested firms in each specific ICT subsector accounting for size and economic activity. ICT subsectors are: Cloud computing; Data centre; Telecommunications; Software and system engineering; Security technology; Data management; Electronic signature; E-archiving. For further information please see the "standards analysis ICT sector Luxembourg" (ILNAS/ANEC 2012).

Services are grouped according to knowledge intensity, in line with the aggregation of Eurostat (2009). This classification has the additional advantage of assuring compliance to statistical confidentiality law. The highest percentage of interested firms is reported for E-archiving and E-signature where around 10% of Knowledge Intensive Service –KIS– firms report some interest in ICT standardization. Overall, despite some differences across subsectors, it appears that generally interest increases with size and with level of knowledge intensity.

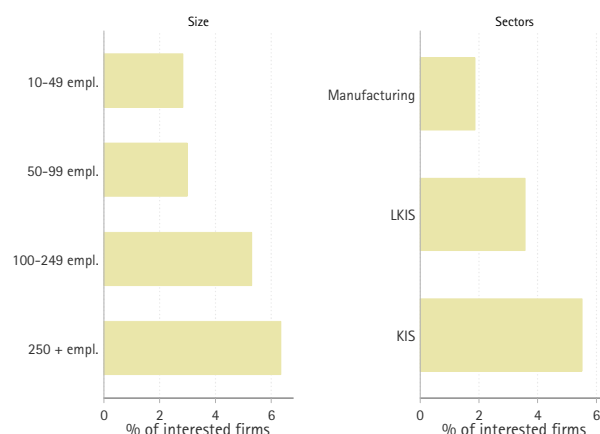
Figure 1: Distribution of firms interested in participating in E-archiving standardization by size and economic sector



Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Notes: empl. = employees; manufacturing is defined as sectors C D E F of NACE; LKIS –Low Knowledge Intensive Services– is defined as sectors G H I of NACE; KIS –Knowledge Intensive Services– is defined as sector J K L M N of NACE.

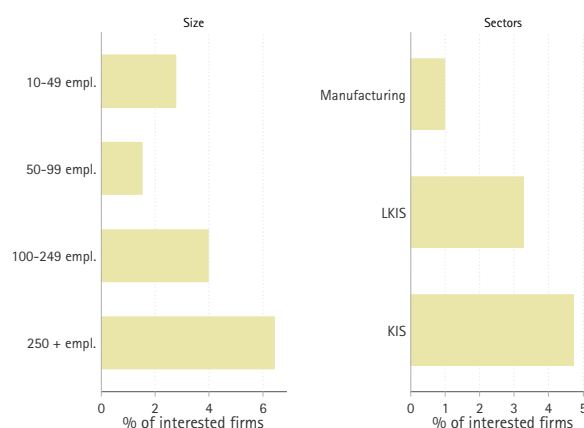
Figure 2: Distribution of firms interested in participating in cloud computing standardization by size and economic sector



Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Notes: manufacturing is defined as sectors C D E F of NACE; LKIS –Low Knowledge Intensive Services– is defined as sectors G H I of NACE; KIS –Knowledge Intensive Services– is defined as sector J K L M N of NACE.

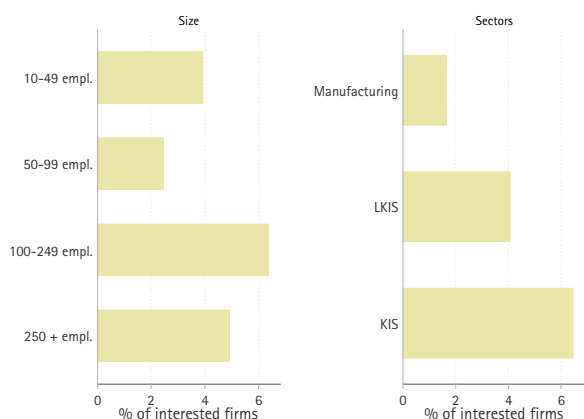
Figure 3: Distribution of firms interested in participating in data centre standardization by size and economic sector



Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Notes: manufacturing is defined as sectors C D E F of NACE; LKIS –Low Knowledge Intensive Services– is defined as sectors G H I of NACE; KIS –Knowledge Intensive Services– is defined as sector J K L M N of NACE.

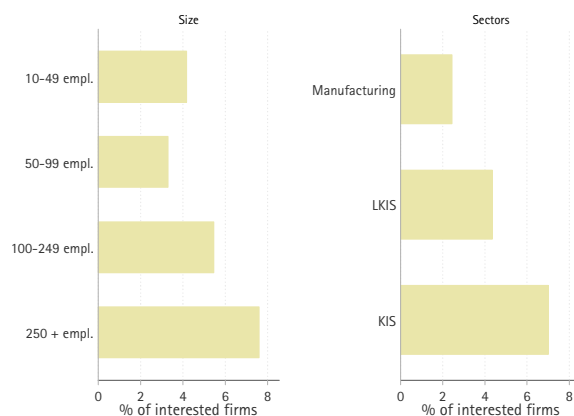
Figure 4: Distribution of firms interested in participating in data management standardization by size and economic sector



Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Notes: manufacturing is defined as sectors C D E F of NACE; LKIS -Low Knowledge Intensive Services- is defined as sectors G H I of NACE; KIS -Knowledge Intensive Services- is defined as sector J K L M N of NACE.

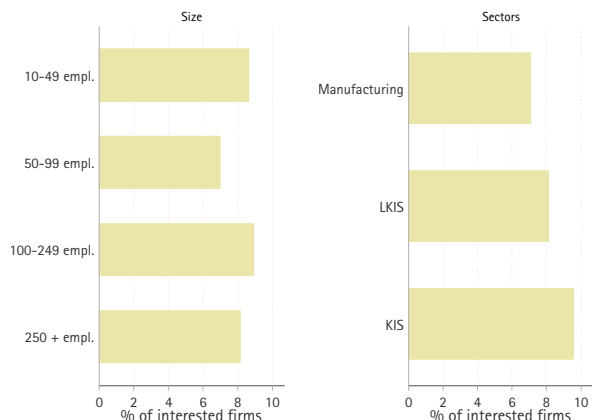
Figure 6: Distribution of firms interested in participating in ICT security standardization by size and economic sector



Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Notes: manufacturing is defined as sectors C D E F of NACE; LKIS -Low Knowledge Intensive Services- is defined as sectors G H I of NACE; KIS -Knowledge Intensive Services- is defined as sector J K L M N of NACE.

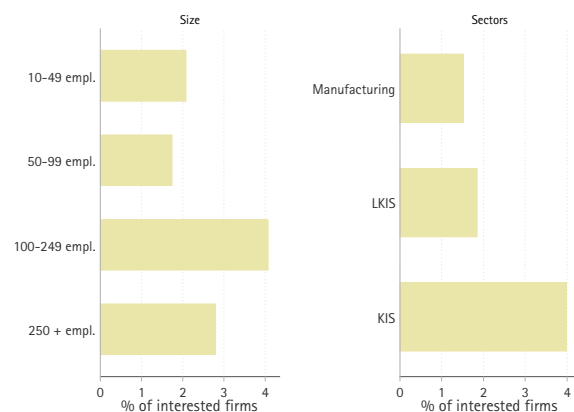
Figure 5: Distribution of firms interested in participating in electronic signature standardization by size and economic sector



Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Notes: manufacturing is defined as sectors C D E F of NACE; LKIS -Low Knowledge Intensive Services- is defined as sectors G H I of NACE; KIS -Knowledge Intensive Services- is defined as sector J K L M N of NACE.

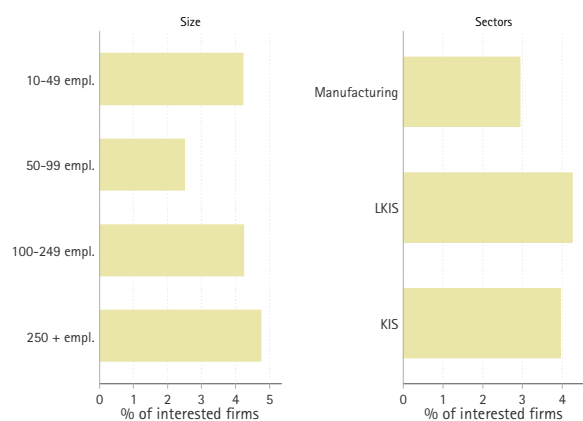
Figure 7: Distribution of firms interested in participating in software and system engineering standardization by size and economic sector



Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Notes: manufacturing is defined as sectors C D E F of NACE; LKIS -Low Knowledge Intensive Services- is defined as sectors G H I of NACE; KIS -Knowledge Intensive Services- is defined as sector J K L M N of NACE.

Figure 8: Distribution of firms interested in participating in telecommunication standardization by size and economic sector



Source: ICT usage 2013 Luxembourg

Notes: manufacturing is defined as sectors C D E F of NACE; LKIS -Low Knowledge Intensive Services- is defined as sectors G H I of NACE; KIS -Knowledge Intensive Services- is defined as sector J K L M N of NACE.

V Les entreprises actrices du développement durable

2. The social and solidarity economy in Luxembourg

Eva RUCKERT and Francesco SARRACINO

Social enterprises are an important part of the Luxembourgish social and solidarity economy as their impact stretches from creating full-time jobs to balancing out material inequality and social exclusion of the youngest and oldest members of society as well as disabled and unemployed persons.

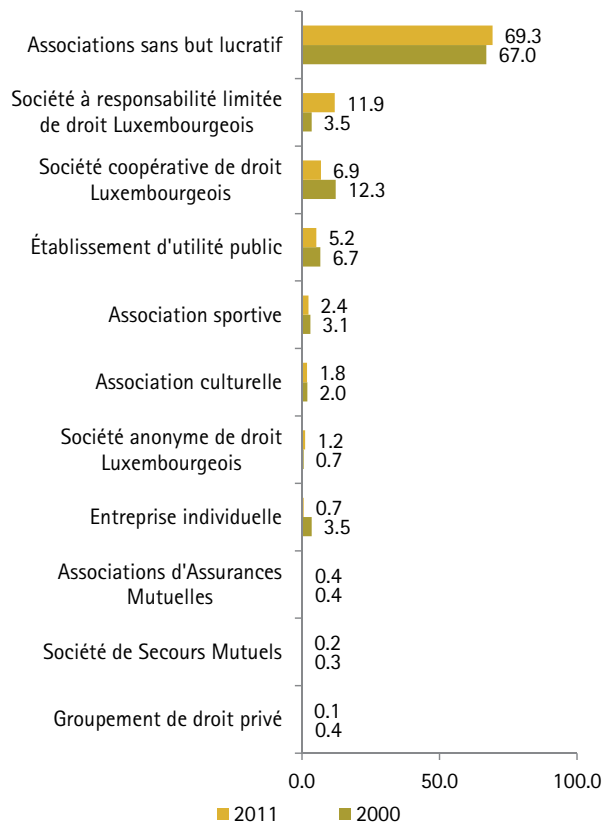
The present publication analyses the social and solidarity economy in Luxembourg and its development in terms of the number of firms and employment over time using two static moments – namely the year 2000 and the year 2011. The methodology employed is based on two past studies conducted by STATEC. Contrary to the past stock taking exercises we also incorporate those private for-profit enterprises which provide the same general interest services as traditional social and solidarity economy organisations, such as associations, cooperatives and mutual foundations, in order to introduce an approximation for those enterprises which have a commercial dimension. As the enterprises considered here are all part of the business register, and have by definition an annual turnover of more than 10 000 Euro implying continuous trading, we neglect those social and societal activities which are not observable even though they contribute to social cohesion and are an equally important part of the social and solidarity economy.

We first look at the development of the number of firms over time and their activities before turning the focus to changes in employment.

Social enterprises created 7% of total jobs in the year 2011 – associations are the main driving force in terms of the number of enterprises and jobs created

According to the current methodology, the stock of organisations of the social and solidarity economy counts 1034 enterprises in 2011. Associations are the most numerous type of enterprise and make up 69% of the total. The second largest group are SARL with 12% followed by Société coopérative with 7% and Établissement d'utilité public with 5%.

Figure 1: Number of enterprises by legal form in 2000 and 2011



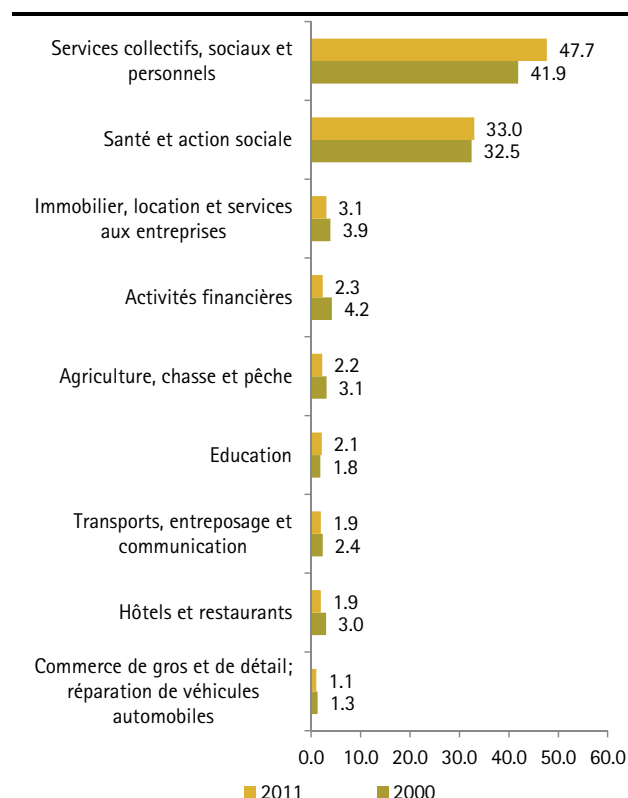
Source: STATEC, Luxembourg business register, 2011

Figure 1 compares the share of legal forms in the year 2000 and 2011; in the year 2000 the social and solidarity economy comprised 763 enterprises. Over the last decade the associations have maintained their strong position and gained 2 percentage points in terms of the overall distribution. The Société à responsabilité limitée de droit luxembourgeois increased their share by 8 percentage points whilst Société coopérative de droit luxembourgeois are shown to be in decline by 5 percentage points over the time period considered as well as Établissement d'utilité public and Entreprise individuelle – shrinking by 2 and 3 percentage points respectively.

Figure 2 plots the economic activities of the registered social enterprises which are part of social and solidarity economy in the years 2000 and 2011. The section capturing other community, social and personal service activities is the most common making up 48% of total social enterprises. Between the year

2000 and 2011 an increase of activity within this section of 6 percentage points is observed, whereas in most other sections of the economy – as classified by the NACELEX – a declining trend of activities appears.

Figure 2: Main economic activities by sections within the NACELEX Rev. 1.1 classification in 2000 and 2011



Source: STATEC, Luxembourgish business register, 2011

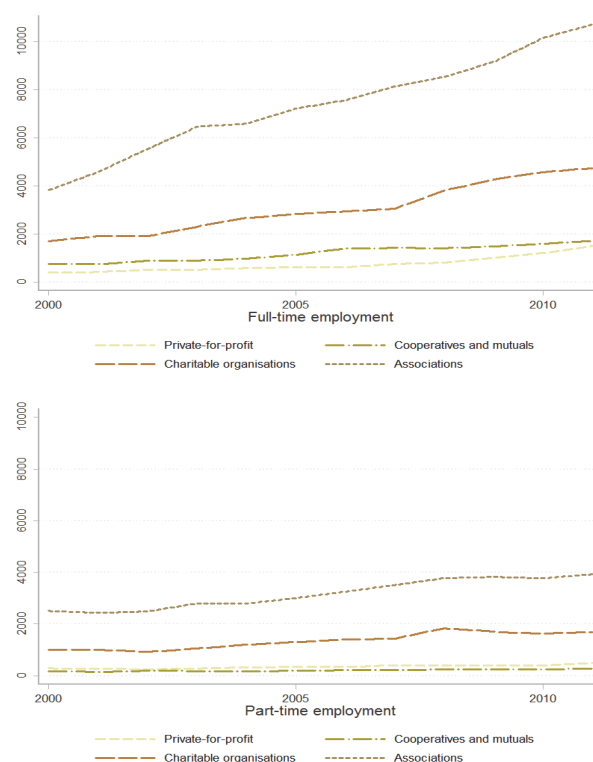
The main decrease of activity occurs within the section of financial intermediation amounting to 2 percentage points. The following sections lost 1 percentage point respectively during the time span considered: hotels and restaurant as well as agriculture, hunting and fishing and lastly real estate, renting and business activities. Hence the diversity in terms of the number of enterprises active across different segments of the economy decreased over the past decade.

Social enterprises increased their workforce relative to total employment by 3 percentage points over the past decade

In terms of employment, the overall number of wage earners employed in the social and solidarity economy increased from 10 641 in the year 2000 to 25 032 in the year 2011 in absolute terms. Even though the employment gender ratio in social enterprises

amounts to 0.3 – or 30 men to 100 women – growth in full-time employment outperforms job creation on a part-time basis. Hence the majority of the increase in the number of wage-earners employed in the social and solidarity economy in Luxembourg does not occur in conjunction with a reduction in the hours worked. The share of part-time wage-earners decreased from 37.4% in the year 2000 to 25.5% in the year 2011.

Figure 3: Number of wage-earners by legal form and contract type, 2000–2011



Source: STATEC, Luxembourgish business register, 2011

The increase in the hours worked is observed in all four types of organisations analysed, where the category private-for-profit enterprises includes the legal form sole proprietorship, private limited company and registered limited company/ partnership, the category cooperatives and mutual foundations includes the legal forms cooperative corporation, fraternal benefit organisation and mutual insurance association, associations include the legal forms association/ non-profit organisation, cultural association and sports association and finally charitable organisations.

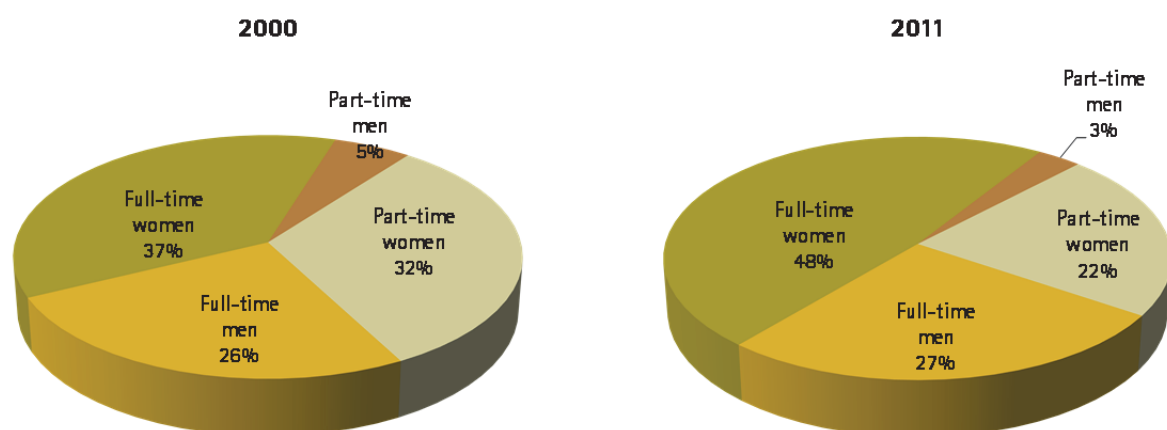
In private-for-profit enterprises the share of part-time work decreased by 18 percentage points, in cooperatives and mutual foundations by 6 percentage points and in charitable organisations and

associations by 11 and 13 percentage points respectively.

As can be depicted from the above Figure 3 above, the 14 394 new full- and part-time jobs were predominantly created by associations (58%) and charitable organisations (26%). Cooperatives and mutual foundations created 7% of social and solidarity jobs and private-for-profit enterprises 9%.

Employment in terms of gender and contract type is shown in the above Figure 4. Whereas the share of men working full-time remains virtually unchanged between the year 2000 and 2011 the female rate rose significantly by 11 percentage points within this timeframe. Thus part-time employment decreased by 10 percentage points for women.

Figure 4: Employment by gender and contract type in 2000 and 2011



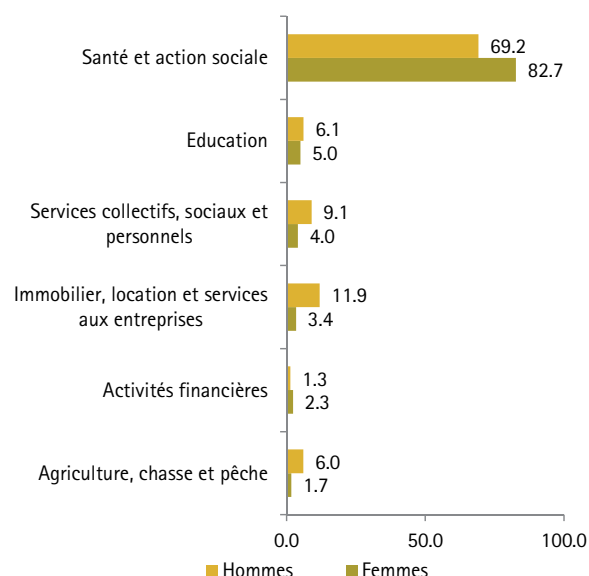
Source: STATEC, Luxembourgish business registre, 2011

Job creation occurred mainly in health and social work

Figure 5 below shows the discrepancy between the increases in male and female employment across economic sector: Although the sector health and social work is also the most flourishing for the employment of men with 69% of job creation originating in this sector, new jobs for men were created across a wider range of economic sectors relative to women.

83% of new jobs for women are in health and social work, followed by education with 5% and other community, social and personal service activities with 4%. For men the ranking looks slightly different: Health and social work is followed by real estate, renting and business activities with 12% and only thereafter other community, social and personal service activities with 9%.

Figure 5: Employment growth between 2000 and 2011 by main sector and gender



Source: STATEC, Luxembourgish business register, 2011

2. Corporate Social Responsibility: a firm level analysis of Luxembourg

Cesare F.A. RIILLO and Francesco SARRACINO

The principles and practices of corporate social responsibility (CSR) plunge in the civic tradition of modern countries, but it is only after the 1960s that this concept experienced a significant resurgence of interest. It is in the United States of the 1960s and 1970s that voluntary codes of conduct, social audits, social investment funds, evaluations of corporate social and environmental performance and many other forms of civil regulation bloomed. This variety of initiatives gradually increased its critical mass until the early 1990s when this ferment resulted in a renewed attention of the academic world, of the press and of the policy makers for CSR (Vogel, 2005).

Corporate social responsibility refers to companies voluntarily going beyond what the law requires to achieve social and environmental objectives during the course of their daily business activities. More in general, CSR is regarded as a process aiming at internalizing the responsibility of company's actions and encouraging the integration of the economic activity with the needs of the environment, of consumers, of employees, of communities and of stake-holders, including all other members of the public sphere who may also be considered as stake-holders. CSR is widely regarded as a spontaneous contribution of business activities to social, economic and environmental sustainability that is independent from legal obligations (Martinuzzi et al., 2010).

To date, CSR and its potential for "good business" have become cross-cutting issues for companies seeking to be productive, competitive and innovative, for policy-makers concerned with sustainability issues and for the academic world and the public opinion more in general. Furthermore, even though CSR became prominent because of the debate about the side-effects of the economic activities of multi-national enterprises, it increasingly concerns also small and medium-sized enterprises which also largely contribute to the economy and employment (Draper, 2006; Zadek, 2006).

A recent review of the literature documents that until the 1970s and 1980s only a few dozens of scientific articles were published on CSR. In the 1990s this number doubled and sky-rocketed after 2005 when the literature boomed: about 43% of the overall publications on CSR appeared after 2005 (Aguinis and

Glavas, 2012). A growing share of the economic literature sees CSR as a business strategy of a firm developed in response to a market demand for "good business" and mirrors the fact that consumers increasingly report a preference for "moral" companies and not just for material goods (Baron, 2007). This view is consistent with recent findings from well-being studies documenting that consumers are far away from the model of the homo oeconomicus: they are not egoistic, rational, fully aware people. Rather consumers have social preferences and care for "others". In particular, these preferences – sometimes also referred to as pro-social behaviours – seem to be positively associated with consumer's interest in CSR of company managers (Benabou and Tirole, 2010). In other words, the economic literature tends to see CSR as a strategic tool in line with, and instrumental to, profitability (Heal, 2005, 2008).

Also the opinions expressed on the press have changed significantly. While at the beginning CSR was seen as a more or less desirable form of philanthropy, magazines have increasingly acknowledged that it can also be a form of "good business", a part of the business strategy of any company operating in the global economy¹. Vogel (2005) documents that in 2005 a search on Google for "corporate social responsibility" found more than 30,000 sites. Amazon listed more than 600 books on the topic; more than 1,000 corporations were reporting to have developed or signed codes of conduct setting their social, environmental and human rights practices; more than 2,000 firms produced a regular report on their CSR practices. In other words, CSR rapidly spread in various sectors of economic activities – even though at different speed and not uniformly. This change was so dramatic that also international organizations started paying attention and established policies to regulate and promote CSR. The United Nations, the World Bank, the OECD, the European Union and various European member states adopt policies to promote CSR (Vogel, 2005; Martinuzzi et al., 2010). Moreover, active government policies are now found world-wide, including booming countries such as Brazil, India and China (European Commission, 2011b).

¹ The economist, 19 jan. 2008, p. 3, special report.

In particular, the European Union sees CSR as a strategy whereby companies integrate social and environmental concerns in their business operations and in their interaction with their stake-holders on a voluntary basis. As such CSR is expected to support smart, sustainable and inclusive growth as envisaged in the Europe 2020 Strategy. In particular, its emphasis on establishing more socially and environmentally responsible business gave CSR a prominent role after the financial and economic crack of 2008 (European Commission, 2011b).

However, despite its success, CSR remains a complex concept associated with a wide variety of meanings. Jonker and Schmidpeter (2005) report that for Chinese consumers, a socially responsible company makes safe, high-quality products; for Germans it provides secure employment; in South Africa it makes a positive contribution to social needs such as health care and education. And even within Europe the discussion about CSR is very heterogeneous. Such heterogeneity stems from the dynamic, context-dependent and multi-dimensional nature of CSR embodiments: as a part of the business strategy of a firm, CSR is subject to constant evolution and adaptation to new economic situations and market circumstances; accordingly, CSR hinges on the specific historical and cultural context in which the firm operates; finally, CSR is multi-dimensional as it involves and concerns the economy, the society and the environment.

For example, CSR can consist in actions to promote environmental sustainability through the adoption of recycling practices, waste management, water management, adoption of renewable energy sources, of reusable resources, implementing "green" supply chains, using digital technology rather than hard copies, etc. Other forms of CSR might target the promotion of community involvement through activities such as raising money for local charities, supporting community volunteering, sponsoring local events, employing people from a specific community, supporting a community's economic growth, engaging in fair trade practices, etc. In some cases these practices took also the form of ethical marketing, where CSR actions are mainly focused on the value and the respect of the customers. These actions might take the form of special information campaigns, adopting more transparent labelling systems, correctly informing the potential consumers, etc.

Therefore, despite the long-standing debate, it is still difficult to identify a commonly shared definition of CSR. In a recent review, Dahlsrud (2008) identified 37 different definitions of CSR and concluded that rather than providing a definition, they describe CSR as a

phenomenon. In particular, the author remarks that the available definitions consistently refer to five dimensions: environmental, social, economic, stakeholder and voluntariness. This makes the various definitions converging and compatible with the one adopted by the European Commission that defines CSR as "the responsibility of enterprises for their impacts on society. To fully meet their social responsibility, enterprises should have in place a process to integrate social, environmental, ethical human rights and consumer concerns into their business operations and core strategy in close collaboration with their stakeholders" (European Commission, 2011a).

The reason why CSR attracted so much attention is probably because, at least in some cases, it showed to support firm competitiveness along with the adoption of socially and environmentally sustainable behaviours. Undoubtedly, these are desirable features for any economic activity, however the evidence supporting this statement is diverse and contradicting: proponents of CSR argue that corporations make more long-term profits by operating with a perspective, while the critics argue that CSR distracts activities from their fundamental core business (Martinuzzi et al., 2010). Some studies, for example, found evidence of a neutral impact of CSR on financial outcomes after controlling for investment in Research and Development (McWilliams and Siegel, 2000).

Other studies found a positive correlation between social and environmental performance and financial performance (Orlitzky et al., 2003). Similarly, further research documents that the spontaneous adoption of CSR practices promotes Research and Development which, in turn, can produce both process and product innovation (McWilliams and Siegel, 2001; Wagner, 2010; Hoq et al., 2010; Surroca et al., 2010). On the contrary, some scholars document a negative impact of CSR on innovation (Gallego-Álvarez et al., 2011). More recently, Bocquet et al. (2012) take a fresher look at this debate and propose a unifying explanation of such heterogeneous results. The authors stem from the observation that not all CSR practices create value and that firms with proactive social and/or environmental strategies are more innovative (Sharma and Vredenburg, 1998; Aragon-Correa and Sharma, 2003; Dibrell et al., 2011). The results by Bocquet et al. (2012) confirm that firms adopting proactive CSR benefit from a competitive advantage ensuring better, longer-lasting economic performance than a firm with responsive CSR strategies.

Some further evidence suggests that CSR practices can promote competitiveness only at the level of individual companies, for example by increasing (eco-) efficiency, by market differentiation and creation, by addressing stake-holder demands, and by increasing the capacity for organizational learning. However, these factors seem to be less effective when considering economic sectors in which many other factors play important roles: the size of the company, the specific country and, therefore, its culture and its institutional and legal framework, the kind of ownership – whether it is family business or capital market – as well as the specific features of sub-sectors. In particular, Martinuzzi et al. (2010) document that policies aiming to promote CSR are more likely to be effective if designed at the closest possible level to the firm, in particular if the ultimate aim is helping companies to be more competitive.

Other streams of the literature emphasize the role that CSR can have in motivating the employees and, therefore, to enhance productivity through the creation of more committed and motivated employees. For example, Verghese (2013) looked at 230 workplaces with more than 100,000 employees and found that the more a company engages in environmentally and socially oriented commitments, the higher is the commitment of its employees. Further studies document that companies that have strong sustainability programs also report 55% higher morale, 43% more efficient business process, 38% higher employee loyalty than companies with poor sustainability programs (Cohen, 2010). These are aspects that play a significant role in enhancing firm productivity, efficiency and, more in general, competitiveness. Indeed, various studies have affirmed the connection between employee engagement and performance. In particular, the recent work by Watson Towers (2012) interviewing 32,000 employees across 30 countries documented that companies with highly committed employees have been found to provide three times the operating margin and four times the earnings per share of companies with low engagement. This explains the strong investments that various companies undertake to improve their environmental, social, and ethical performance throughout their value chains (Mohin, 2012).

Summarizing, the literature on the effects of CSR for innovation and competitiveness is highly heterogeneous and the results hinge heavily on the level of the analysis. In present study, we intend to contribute to the literature addressing two important gaps: 1. providing a taxonomy of the firms adopting CSR strategies. To the best of our knowledge, previous studies missed to provide an account of which are the

features of the companies that choose to invest in CSR. This analysis provides useful insights to identify the features that promote a successful adoption of CSR strategies; 2. analysing the determinants of firms' investments in proactive CSR. In particular, we test the hypothesis that intrinsic and extrinsic motivations play a different role in determining the adoption of a CSR strategy. Firms that proactively and authentically adopt a CSR strategy are defined as intrinsically motivated. On the contrary, firms not genuinely engaging in CSR strategies are defined as extrinsically motivated.

In the next section we briefly present the data available for present study. Subsequently, in section 2.2 we illustrate our methodological strategy, and in section 2.3 we discuss our findings. Finally, section 2.4 summarizes our work and provides some suggestions for future research.

2.1. Data

The quantitative analysis is based on Information, Communication, Technology (ICT) usage survey run in Luxembourg in 2011 (ICT, 2011). The ICT survey is the main official data source for ICT related activities in Luxembourg. The survey is conducted by the National statistical office and it is representative of the country economy, including manufacturing, ICT and services sectors (but excluding the financial sector). The survey collects information about firms' characteristics, the market perception and ICT usage. The survey is made of two parts: the first part is common to all European Countries; the second part is country-specific. The ICT 2011 for Luxembourg includes a dedicated question about CSR. Firms are asked whether their web-sites offer pages presenting the firm approach to "Corporate Social Responsibility" or to "sustainable development"¹. We consider the firms answering YES to this question as performing CSR, whereas those firms answering NO are regarded as not performing any CSR activity. To investigate whether the CSR propensity, i.e. the likelihood of firms to adopt CSR practices, changes among firms, we perform a contingency and an econometric analysis.

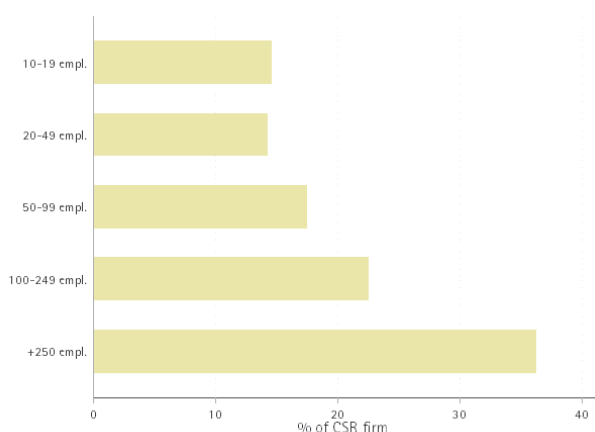
2.2. Contingency analysis

The following figures show how many firms adopt CSR practices condition upon firm characteristics. For

¹ The wording of the question is: "In January 2011, what services has your web site offered? Pages that present the approach of 'Social Corporate Responsibility' or 'sustainable development' of your business."

example figure 1 shows that almost 15% of all the firms with 10 – 19 employees are implementing CSR practices, while this percentage increases to about 35% among firms with more than 250 employees. Overall, figure 1 suggests that the propensity to adopt CSR increases almost monotonically with size. This pattern suggests the existence of some fix costs to set-up a CSR strategy.

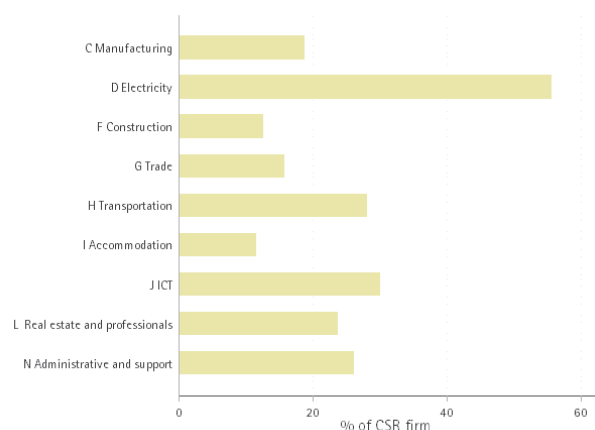
Figure 1: CSR by firm size



Source: ICT usage survey 2011

As shown in figure 2, the propensity to adopt CSR practices differs considerably among sectors. The percentage of firms adopting CSR practices span from 55% of the utilities sector (i.e. Energy and Water) to almost 10% of firms active in Accommodation sector. Given the high regulation and the relatively high attention of the public toward utilities firms, probably, this large percentage should not surprise.

Figure 2: CSR by economic sector



Source: ICT usage survey 2011

Almost 25% of the firms in Transportation, ICT, Real estates and supporting services adopt some form of CSR. Manufacturing, Construction, trade and

accommodation are lagging behind with a percentage of about 15%.

2.2.1 Motivations

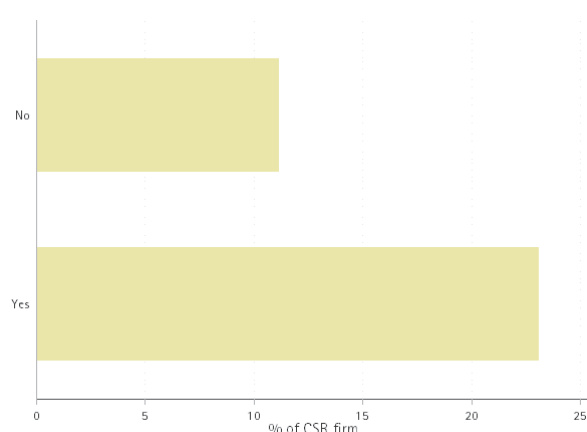
The literature convincingly shows that an important aspect for the successful adoption of CSR is the motivation behind it. When firms intrinsically pursue social or environmental scopes, the changes of success on the market are higher than those of companies extrinsically adopting CSR.

A specific question of the ICT2011 allows exploring the motivations that are leading to the adoption of CSR in Luxembourg. Indeed the ICT questionnaire asks explicitly about the objectives driving the implementation of Green IT.¹ If we assume that the adoption of Green IT is a good proxy of the more general adoption of CSR practices, then we have some elements to explore the motivations behind CSR.

The following figures show the bivariate correlation between motivations and CSR practices.

Figure 3 reveals that almost 22% of the firms concerned with reduction of operating costs are adopting CSR practices. Firms not concerned with cutting costs are almost 12%. These figures suggest that CSR is compatible with costs-cutting strategies.

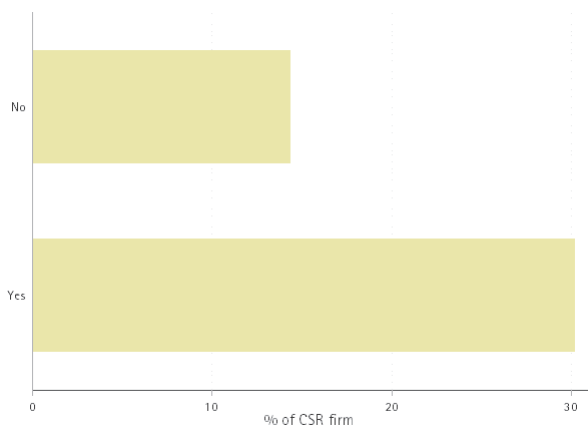
Figure 3: CSR to reduce operating costs (extrinsic motivation)



Source: ICT usage survey 2011

¹ the wording of the question is: In January 2011, what were the objectives pursued by your company in the use of 'Green IT'? Possible dichotomous answers are: (a) Reduce the environmental footprint (b) Reduce operating costs (c) Improve the image of the company (d) Responding to a request from employees, customers, suppliers, shareholders, etc. (e) Align IT policy to environment company policy.

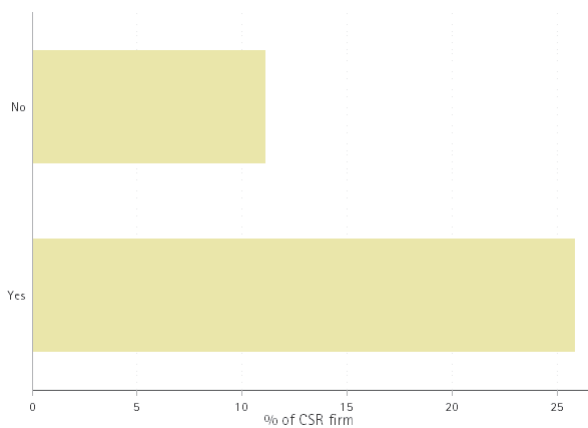
Figure 4: CSR to address stake-holders' concerns (extrinsic motivation)



Source: ICT usage survey 2011

Figure 4 suggests a positive association between CSR and pressure from the stake-holders. Almost one out of three firms receiving pressure from stake-holders (employees, clients, suppliers and stake-holders) implements CSR, while only one out of six firms adopts CSR strategies without being urged by stake-holder.

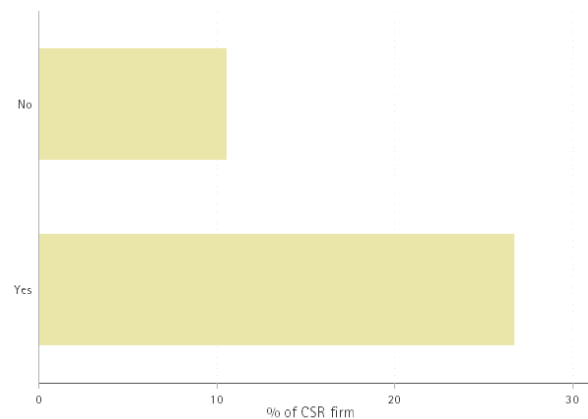
Figure 5: CSR to reduce firm's ecological footprint (intrinsic motivation)



Source: ICT usage survey 2011

Firms aiming to reduce their ecological footprint are more likely to implement CSR practices, as shown in 5. Among firms concerned with environmental impacts, almost 26% implements CSR practices. Among other firms, this percentage is almost 11%

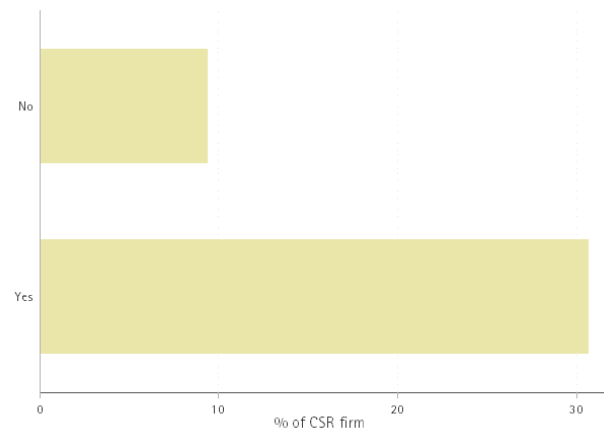
Figure 6: CSR to promote firm's identity and image (extrinsic motivation)



Source: ICT usage survey 2011

Looking at figure 6, we found that firms concerned with identity and image are more likely to implement CSR. Among firms concerned with corporate image, almost one out of four declares to implement CSR, whereas among firms not concerned with their identity and image only one out of 10 is implementing CSR.

Figure 7: CSR to act coherently with firm's internal policies (intrinsic motivation)



Source: ICT usage survey 2011

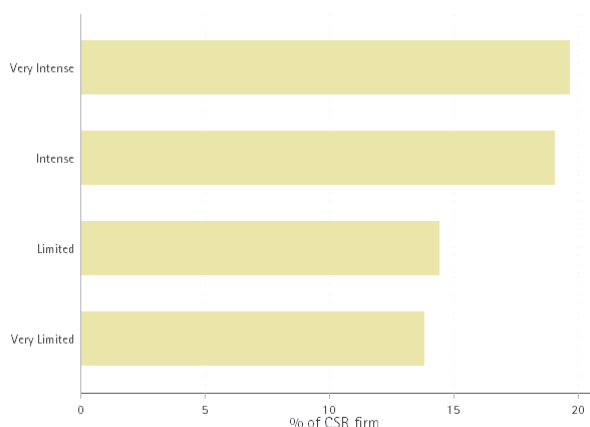
As shown in figure 7, CSR is implemented in coherence with internal policies in almost 30% of the firms in our sample. The proportion of firms adopting

CSR strategies is 10% among firms acting not in coherence with internal policies. These figures suggest that the adoption of CSR strategies appears positively correlated to the coherence with internal policies (see figure 7).

2.2.2 Market, Group and business with government

Market conditions are another aspect that could potentially determine the adoption of CSR practices. The ICT2011 provides various items to describe the market position of a firm: the perceived competitiveness in the market where firms operate; the position in such market (whether the firm is a leader, a challenger or a follower) and the reputation on the market (whether the firm is known only in Luxembourg, in the Great Region or internationally).

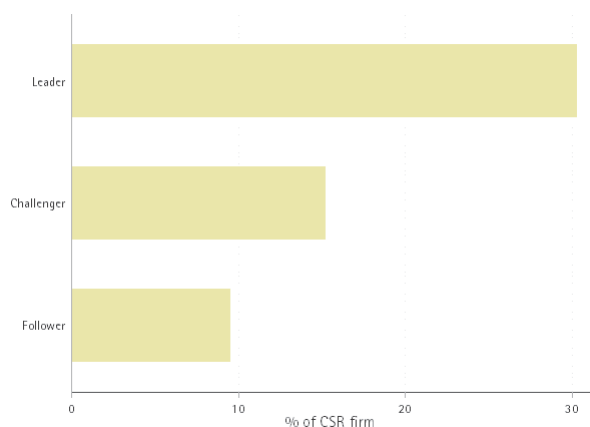
Figure 8: Adoption of CSR strategies by perception of competition in the market)



Source: ICT usage survey 2011

Available figures suggest that almost 20% of the firms declaring to perceive very intense and intense competition on their market adopt CSR strategies, while this percentage reduces to 15% for firms perceiving limited or very limited competition (see figure 8).

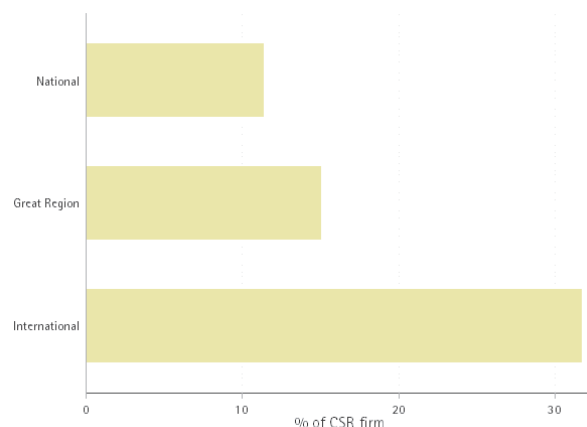
Figure 9: Adoption of CSR strategies by market position



Source: ICT usage survey 2011

When considering the perceived position on the market, the difference among firms adopting CSR strategies and the others appears more substantial. As illustrated in figure 9, firms having leading positions are three times more likely to report CSR practices (almost 30%) than firms perceiving themselves as followers (about 10%). Among challenging firms the percentage of companies adopting CSR strategies is almost 15%.

Figure 10: Adoption of CSR strategies by reputation on the market

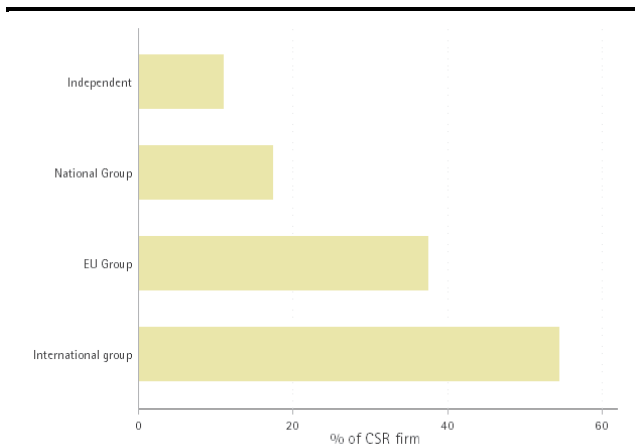


Source: ICT usage survey 2011

Another key feature of the firms adopting CSR strategies is the market reputation (see figure 10). More than 30% of the firms with well-known international brands adopt CSR practices. This percentage reduces to about 10% among firms with national reputation and 15% among firms known in the Great Region.

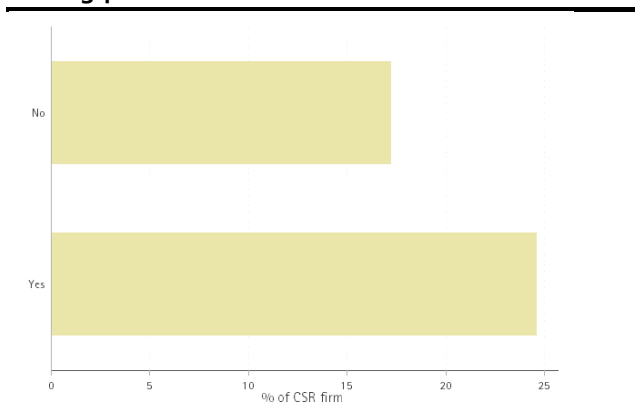
While figure 10 shows a positive relationship between international reputation and CSR, figure 11 suggests a positive relationship between being part of an international group and CSR.

About 10% of independent firms adopt CSR strategies. This percentage increases among national, European and other international firms achieving almost 20%, 40% and 55%, respectively.

Figure 11: Adoption of CSR strategies by affiliation

Source: ICT usage survey 2011

Finally, figure 12 shows the association between the use of Internet to access documents to apply for tenders to public authorities (i.e. e-Procurement) and CSR. The e-procurement is interpreted here as a proxy to identify firms producing for public authorities. Figure 12 suggests that among firms doing business with public authorities, almost 25% adopt CSR strategies, while among the others only 17% report to have adopted CSR practices.

Figure 12: Adoption of CSR strategies by firms serving public authorities

Source: ICT usage survey 2011

2.3. Econometric analyses

While the contingency analysis explored the bivariate correlation between the adoption of CSR across various features of a firm's life, the econometric analysis allows to investigate the correlates of the adoption of CSR considering all these features simultaneously.

In particular, we investigate empirically which factors affect the propensity of firms to implement CSR using

a logit, a well-known binary response model. According to this model, *CSR* is an unobserved variable that represents the expected benefits from CSR. Firms decide to engage in CSR if the net expected outcome is positive. We proxy the adoption of CSR practices with a dichotomous dependent variable taking value 1 if the firm report to adopt CSR practices in 2011 and 0 otherwise. Formally, the econometric model can be summarized as follows:

$$\begin{cases} CSR = 1 & \text{if } CSR^* = \mathbf{X}' \cdot \beta + \epsilon > 0 \\ CSR = 0 & \text{if } CSR^* = \mathbf{X}' \cdot \beta + \epsilon \leq 0 \end{cases}$$

The vector $\mathbf{X}'$ is the exogenous set of variables already detailed in section 3. The logit model assumes that error term follows a logistic distribution. Parameters are estimated using the maximum likelihood method.

2.3.1 Results

The estimates of the logit model are reported in Table 1. Overall, the model fits the data well. The McFadden's R^2 (0.189) is adequate for this binary choice models. Moreover, the Hosmer-Lemeshow test for survey data (Archer and Lemeshow, 2006) provides evidence for adequacy of the model¹. To facilitate the interpretation of the econometric model, the average marginal effects of the independent variables on the probability of implementing CSR are computed and presented in table 2.

Results suggest that both internal and external motivations have a positive impact that is statistically significant at conventional level. After controlling for all the variables in the model, firms motivated by coherence with internal policies, are 12.4 percentage points more likely to implement CSR. When motivated by the need to improve the corporate image, the likelihood of adopting CSR practices increases by 6,6 percentage points.²

With respect to firm's characteristics, size is positively correlated with the adoption of CSR practices, possibly suggesting some economy of scale. Table 2 shows that compared to being independent, belonging to European and international group increases the probability of CRS of 11.2 and 21.2 percentage points.

¹ $F(9,1615) = 0.97$ Prob > F = 0.4604. It worth to note that if the estimated values fit well observed values the F-test is not statistically significant at conventional level.

² As explained in data section, the motivations for adopting CSR are proxied by the motivations for adopting green IT.

Table 1: Logit estimates

Dependant Variable: CSR Activity		coef	se
Motivations	Reduction of foot print	-0.023	(0.203)
	Reduction of operating cost	-0.039	(0.204)
	Improve corporate image	0.543***	(0.188)
	Stake-holders pressure	0.150	(0.160)
	Coherence with internal policies	0.987***	(0.207)
Size Group	Ln. employees	0.149*	(0.079)
	Independent Base	-	-
	National Group	0.189	(0.180)
	EU group	0.821***	(0.199)
Sectors	International group	1.390***	(0.372)
	Construction Base	-	-
	Manufacturing	-0.364	(0.302)
	Utilities	1.684***	(0.622)
	Trade	-0.197	(0.232)
	Transportation	0.131	(0.313)
	Accommodation	-0.306	(0.333)
	ITC	0.340	(0.264)
Public Authorities	Real estate and professionals	0.345	(0.251)
	Support services	0.142	(0.349)
	business with public authorities	0.135	(0.165)
	Market position	Base	-
Competition	Market follower	0.194	(0.264)
	Market challenger	0.806***	(0.277)
	Market leader	Base	-
	Very Limited competition	Base	-
	Limited competition	0.382	(0.884)
	Intense competition	0.542	(0.849)
Reputation	Very intense competition	0.563	(0.850)
	National reputation	Base	-
	Great region reputation	0.230	(0.202)
	International reputation	0.675***	(0.191)
Statistics	Constant	-4.482***	(0.896)
	Observations	1.624	
	Weighted observations	2.122	
	LLO	-1028	
	LL	-833.2	
	R2	0.189	
	Hosmer-Lemeshow test p-value	0.460	

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Source: ICT usage survey 2011

Table 2: Average marginal effects of Logit model

Dependant Variables: CSR Activity		coef	se
Motivations	Reduction of foot print	-0.003	(0.025)
	Reduction of operating cost	-0.005	(0.025)
	Improve corporate image	0.066***	(0.023)
	Stake-holders pressure	0.019	(0.020)
	Coherence with internal policies	0.124***	(0.026)
Size Group	Ln. employees	0.018*	(0.010)
	Independent Base	-	-
	National Group	0.022	(0.021)
	EU group	0.112***	(0.029)
Sectors	International group	0.212***	(0.068)
	Construction Base	-	-
	Manufacturing	-0.041	(0.033)
	Utilities	0.278**	(0.119)
	Trade	-0.023	(0.027)
	Transportation	0.017	(0.040)
	Accommodation	-0.035	(0.037)
	ICT	0.045	(0.036)
Public Authorities	Real estate and professionals_1	0.046	(0.034)
	Support Services	0.018	(0.045)
	Business with public authorities	0.017	(0.021)
	Market position	base	-
Competition	Market follower	0.021	(0.028)
	Market challenger	0.102***	(0.032)
	Market leader	Base	-
	Very limited competition	Base	-
	Limited competition	0.040	(0.085)
	Intense competition	0.059	(0.080)
Reputation	Very Intense competition	0.061	(0.080)
	National reputation	Base	-
	Great region reputation	0.026	(0.023)
	International reputation	0.086***	(0.025)
Statistics	Observations	1.624	
	Weighted observation	2.122	

Robust Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Source: ICT usage survey 2011

Being part of a national group has no statistically significant impact.

Results show that, generally, there is no statistically difference among economic sectors. The only exception is the utilities sector, where firms have 27.7 percentage points more than construction firms. This evidence confirms the result from contingency analysis and the peculiar nature of the utility sector which is characterized by strong regulation. Doing business with the government through e-procurement has not a statistically significant impact on the probability of CSR. A possible explanation is that public authorities are not particularly interested in promoting CSR, or, more in general, that they do not use their market position as consumer to promote the adoption of CSR among their providers.

With respect to market conditions, firms that report to be market leaders are, *ceteris paribus*, 10.2 percentage points more likely to adopt CSR than followers. Challengers and followers have not a statistically different attitude toward CSR. Interestingly, the intensity of perceived competition does not statistically affect CSR. Firms with an international reputation are more likely to adopt CSR practices compared to firms known only in the national market (8.6 percentage points). The difference in the probability of adopting CSR among firms known only in Luxembourg or in the Great Region is not significantly different from zero. This evidence suggests that firms operating in international markets are more inclined to adopt CSR practices probably because of the higher exposure and pressure from international public opinion.

2.4. Conclusions and Policy recommendations

CSR issues are often on top of the agenda of policy makers. Broadly speaking CSR can be defined as voluntarily going beyond what the law requires to achieve social and environmental objectives. As such, CSR becomes a cross-cutting issue for companies, for policy-makers concerned with sustainability issues and for the public opinion more in general. Even though the features associated with CSR have been longly explored, still the multi-dimensionality and diversity of CSR prevents to achieve generally agreed conclusions about why firms adopt CSR and under which conditions the adoption of CSR represents an asset. Some recent research documents that the motivations – whether intrinsic or extrinsic – behind the adoption of CSR seem to play a key role in predicting the probability of success on the market. To

explore more in detail this hypothesis, we use data from ICT 2011 which contains a dedicated module on CSR practices from three economic sectors surveyed only in Luxembourg in 2011.

Present work sheds some lights on the taxonomy of the firms adopting CSR strategies in manufacturing and services sector. We first contrasted the adoption of CSR with a set of features to identify which are the characteristics of a firm's life that are more frequently associated with the adoption of CSR. Subsequently, we performed a multivariate econometric analysis to investigate the probability of adopting CSR for a firm operating in business sectors, controlling for all characteristics.

The contingency and econometric analyses are conducted on a representative sample of innovative firms. The main result is that both intrinsic and extrinsic motivations are strongly correlated with CSR, after controlling for firms characteristics (size, group), market (exports, sector of economic activity) and perceived competition.

Overall, the empirical analysis shows that the typical firm that adopts CSR practices is a large market leader, part of an international group, has a strong international reputation and operates in the utilities sector. Looking at the reasons behind the CSR, it appears that both intrinsic and extrinsic motivations are important. In other words, these figures suggest that firms choose CSR both as a tool to promote their image and as part of their corporate culture.

However, the investigation shows as well that CSR is perceived as a marketing tool to improve the corporate image. The fact that a firm is motivated by marketing reasons does not prevent from effectively implementing CSR practices that promote social, environmental and sustainable practices. If brand reputation acts as a trigger for the proper implementation of CSR practices, public opinion and relevant stake-holders can promote the adoption of CSR practices among the less active firms by increasing pressure on the reputation of their brands. However, if CSR is a mere "fig leaf" used only for marketing purpose and it is not associated with daily corporate practices, then the credibility of all CSR movement can be undermined. Unfortunately, only the managers know whether the motivations for CSR are intrinsic or extrinsic. This generates a situation of asymmetric information. Indeed, the effort devoted to CSR practices are difficult to measure and consumers and stake-holders might have difficulties telling "genuine CSR" from "fictive CSR". As "Bad money

drives out good" (Gresham's law), so "bad CSR can drive out good CSR".

This study stemmed from the belief that if economic analysis should inform public policy, then it is important to take a close look at who are the actors mainly involved in CSR strategies and which are the features that might ensure a successful and durable adoption of CSR. This is pivotal for policy makers who have to choose among the best possible strategies to support the adoption of virtuous economic practices. A wide array of policies are available from this point of view, but they require to be calibrated on the specific context to reduce waste of resources and to promote the effective achievement of the expect goals. As far as the consumer dimension is concerned, public CSR policies serve to raise consumers' awareness (e.g. through information campaigns), ensure credibility (e.g. through eco-labels) or influence prices (e.g. taxes or tax reductions).

Policy makers who want to promote the adoption of CSR can either focus on the state's own activities (e.g. by sustainable public procurement, by obligatory criteria for public pension funds) or try to improve transparency and disclosure (e.g. by promoting or requiring CSR reporting).

On this ground, if CSR improves performances, results suggest that policy maker aiming to promote responsible behaviour should pay attention to small firms that can lack resources to actively engage in CSR. For example, the provision of financial stimuli (e.g. through subsidies) or the support of R&D programs leading to sustainable technologies need to be, as much as possible, targeted on SMEs.

Present work is intended to provide a preliminary exploration of the main features of the firms adopting CSR in Luxembourg. Definitely, many questions remain unanswered. For example, it is interesting to explore how the various features identified in present work can help explaining the success of the firms adopting CSR. From this point of view, present work represents a pre-requisite for further research.

2.5. References

- AGUINIS, H. and GLAVAS, A. (2012). What we know and don't know about corporate social responsibility: a review and research agenda. *Journal of Management*, 38(4):932–968.
- ARAGON-CORREA, J. A. and SHARMA, S. (2003). A contingent resource-based view of proactive corporate environmental strategy. *Academy of Management Review*, 28(1):71–88.
- ARCHER, K. J. and LEMESHOW, S. (2006). Goodness-of-fit test for a logistic regression model fitted using survey sample data. *The Stata Journal*, 6(1):97–105.
- BARON, D. P. (2007). Corporate social responsibility and social entrepreneurship. *Journal of Economics & Management Strategy*, 16(3):683–717.
- BENABOU, R. and TIROLE, J. (2010). Individual and Corporate Social Responsibility. *Economica*, 77(305):1–19.
- BOCQUET, R., Le BAS, C., MOTHE, C., and POUSSING, N. (2012). Are firms with different csr profiles equally innovative? An empirical analysis with survey data. *European Management Journal*.
- COHEN, E. (2010). *CSR for HR: A necessary partnership for advancing responsible business practices*. Greenleaf Publishing.
- DAHLSTRUD, A. (2008). How corporate social responsibility is defined: an analysis of 37 definitions. *Corporate social responsibility and environmental management*, 15(1):1–13.
- DIBRELL, C., CRAIG, J., and HANSEN, E. (2011). Natural environment, market orientation, and firm innovativeness: An organizational life cycle perspective. *Journal of Small Business Management*, 49(3):467–489.
- DRAPER, S. (2006). Key models for delivering sector-level corporate responsibility. *Corporate Governance*, 6(4):409–419.

- European Commission (2011a). *Corporate Social Responsibility – National Public Policies in the European Union*. Publications Office of the European Union.
- European Commission (2011b). *A renewed EU strategy 2011–14 for Corporate Social Responsibility*. European Commission, Brussels.
- GALLEGO-ÁLVAREZ, I., PRADO-LORENZO, J. M., and GARCÍA-SÁNCHEZ, I.-M. (2011). Corporate social responsibility and innovation: a resource-based theory. *Management Decision*, 49(10):1709–1727.
- HEAL, G. (2005). Corporate social responsibility: An economic and financial framework. *The Geneva papers on risk and insurance-Issues and practice*, 30(3):387–409.
- HEAL, G. (2008). When principles pay. *Columbia Business School: New York and Chichester*.
- HOO, M. Z., SULAIMAN, M. A., and SHARIFAH FARIDAH SYED, A. (2010). The role of 'ethical brand' and its effects on company reputation. *Administration and Management Review*, 22(1):60–73.
- JONKER, A. H. J. and SCHMIDPETER, M. W. R. (2005). *Social Responsibility Across Europe*. Springer Berlin – Heidelberg.
- MARTINUZZI, A., GISCH-BOIE, S., and WIMAN, A. (2010). Does corporate responsibility pay off? Exploring the links between CSR and competitiveness in Europe's industrial sectors. *Final Report to the European Commission, Directorate-General for Enterprise and Industry. Wien*.
- MCWILLIAMS, A. and SIEGEL, D. (2000). Corporate social responsibility and financial performance: correlation or misspecification? *Strategic management journal*, 21(5):603–609.
- MCWILLIAMS, A. and SIEGEL, D. (2001). Corporate social responsibility: A theory of the firm perspective. *Academy of management review*, 26(1):117–127.
- MOHIN, T. (2012). The top 10 trends in csr for 2012. Forbes.
<http://www.forbes.com/sites/forbesleadershipforum/2012/01/18/the-top-10-trends-in-csr-for-2012/>.
- ORLITZKY, M., SCHMIDT, F. L., and RYNES, S. L. (2003). Corporate social and financial performance: A meta-analysis. *Organization studies*, 24(3):403–441.
- SHARMA, S. and VREDENBURG, H. (1998). Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities. *Strategic management journal*, 19(8):729–753.
- SURROCA, J., TRIBÓ, J. A., and WADDOCK, S. (2010). Corporate responsibility and financial performance: The role of intangible resources. *Strategic Management Journal*, 31(5):463–490.
- VERGHESE, A. K. (2013). Role of internal communications in championing corporate social responsibility and employee volunteering initiatives. *Parikalpana: KIIT Journal of Management*, 9(1).
- VOGEL, D. (2005). *The market for virtue: the potential and limits of corporate social responsibility*. The Brookings Institution.
- WAGNER, M. (2010). Corporate social performance and innovation with high social benefits: A quantitative analysis. *Journal of Business Ethics*, 94(4):581–594.
- Watson Towers (2012). *Engagement at Risk: Driving Strong Performance in a Volatile Global Environment*. Global Workforce Study, Toronto.
- ZADEK, S. (2006). Responsible competitiveness: reshaping global markets through responsible business practices. *Corporate Governance*, 6(4):334–348.

3. Which companies are green?

Cesare A.F. RIILLO and Leila BEN AOUN-PELTIER

Environmental issues are often the top priorities in the agenda of policy makers. The 2012 United Nations Conference on Environment and Development (also known as Rio+20) emphasises the importance of sustainable development and promotes the implementation of proper policies to achieve environmental goals. In Europe, the green economy is expected to increase employment and growth, supporting economic recovery after the financial crisis of recent years (Eco-Innovation Observatory, 2013).

Green regulation is a traditional tool for pushing the implementation of environmental practices among firms. However, the impact of green regulation on firm performance is often debated in literature. On one hand, green regulation can induce eco-innovation and aiming to reduce production inputs (e.g. energy, raw material, waste) can reduce operational costs of firms (Porter & Linde 1995). On the other hand, meeting green regulation can imply additional costs and therefore detriment business performance (Palmer et al. 1995).

Aside environmental regulations, policy makers can promote adoption of environmental practices using less coercive tools. For example, following the Rio 1992 United Nations Conference on Environment and Development, the International Standardization Organization issued the ISO 14 000 standards. These standards are designed to facilitate the voluntary implementation of environmental management systems. The ISO 14 000 standards are diffused in all countries and at a global level, almost 267,000 firms are ISO 14001 certificated (ISO 2012).

The voluntary implementation of environmental management practices such as procedures to regularly identify and reduce the environmental impacts is a strategic decision that can ultimately lead to higher environmental awareness, more eco-innovation and ultimately better performances. Therefore, exploring the profile of firms that are voluntarily implementing environmental management is important to design appropriate policies aiming to reduce impact on the environment (e.g. reduction of CO₂ emissions).

The motivations behind the implementation can be particularly relevant. Indeed, firms driven only by external pressure / motivations such as mere compliance to requirement for government grants could environmentally underperform intrinsic

motivated firms, as shown in the case of ISO 14000 (Aravind & Christmann 2011).

Focusing on Luxembourg, previous studies investigate the impact of environmental innovation (Ben Aoun – Peltier & Dubrocard 2012) or the motivations for eco-innovation (Groff & Nguyen-Thi 2012). This is the first study profiling the firms that are adopting environmental friendly management system. Additionally, this research tests whether the green management adoption is driven by internal and external motivations. The contingency and econometric analyses are performed on the Community Innovation Survey 2008 for Luxembourg that is representative of the whole economy including both manufacturing and service sector.

The rest of the research is organized as follows: a brief literature review of the features that can potentially influence environmental management. Thereafter, the data are presented and contingent and econometric analysis is performed. The results are then presented, followed by a discussion and conclusions.

3.1. Data and variables

The data for the analysis are drawn from the Community Innovation Survey 2008, which is carried out every two year by National Institute of statistics and economic studies of the Grand Duchy of Luxembourg. The survey includes a representative sample of manufacturing and service firm with more than 10 employees and it is the main source on innovation in Luxembourg. This dataset includes questions about the general characteristics of firms, competition, innovation, and the labour composition.

The wave of 2008 is the only one containing additional module on environmental management and innovation with environmental benefits. This information enables the empirical analysis of the drivers and motivations (internal and external) of environmental management, as shown below.

3.1.1 Dependent variable: Measure of environmental management

The dependent variable for the analysis is derived from the question *“Does your enterprise have procedures in place to regularly identify and reduce your enterprise’s environmental impacts?”* Based on this question we

can identify, as a dummy variable, firms that are implementing environmental management of innovation or not. Firms are identified as green or not¹.

Motivations for environmental management

Many papers in the literature have shown that regulation is the main reason for environmental practices (Banerjee et al. 2003; Majumdar & Marcus 2001; Duguet & MacGarvie 2005; Petts 2000; Sharma 2000). However, Zhang et al. (2008) in their empirical study did not find that regulatory system in China implicate environmental management. Another strand of the literature argues that an environmental management strategy is not only the result from external pressure, but it can help to show a "green image" to the consumer (Arora & Cason 1995). Some consumers may prefer to choose environmentally-friendly product (Bremner 1989; Chase 1991; Weber 1990; Zhang et al. 2008). Finally, some firms may adopt environmental strategies voluntary to signal commitment to transparency and gain first movers advantage from this signaling (Dowell et al. 2000; Bansal 2005). Other firms may adopt environmental strategies as followers in order to remain in a market dominated by firm adopting environmental practices.

Based on the previous discussion, this analysis measures the motivations to be green, distinguishing between internal/voluntary and external motivations (market driven and government) as defined below.

Internal: The dummy variable takes value 1 whether the firm introduced an environmental innovation in response to voluntary codes or agreements for environmental good practice within its sector and 0 if not.

External: The dummy variable takes value 1 whether the firm introduced an environmental innovation in response to current or expected demand from customers for environmental innovation and 0 if not. Another dummy variable takes the value 1 whether

the firm introduced an environmental innovation in response to existing or anticipated environmental regulation or taxes, or in response to the availability of subsidies and 0 if not.

3.1.2 Determinant factors

Nature of the market

Firms that want to access to foreign markets have to adopt some certification such as ISO 14000 or other environmental management system as a signal or to be compliant with the existing regulation in the other market (Zeng et al. 2003; Nishitani 2007). Moreover, Aguilera-Caracuel et al. (2012) show that international diversification is positively correlated with the willing of firm to develop environmental strategy. For an open economy such as Luxembourg it is very important to test whether being in the international market influences the propensity to adopt environmental management practices. In order to test this result, we will include a dichotomous variable whether the main market of the firm is national (1) or not (0).

Furthermore, firms in a competitive environment are more prone to develop environmental management (Kein et al. 1999), although Tatoglu et al. (2013) in a recent study did not find any link between competition and environmental management practices. In this analysis, competition intensity is self-assessed by the interviewed firm that provides subjective measure of different types of competition.

Five types of competition are considered: whether the position on the market of the firm is threaten by the arrival of new competitors, production technology are changing quite quickly, products and services are rapidly old-fashioned, price competition and quality competition. For all type of competition we construct a dummy variable distinguishing between firms reporting whether the type of competition is highly relevant on its market (1) or not (0).

Innovation strategies

Environmental management is a strategic decision that can be correlated with other strategic decisions. Management concerned with environmental issues can be more likely to engage into a cooperation innovation to benefits from knowledge exchange and potentially find new product or process to improve environmental performance (De Marchi 2012). The current research controls for cooperation using a

¹ It is worth to point that the CIS 2008 Luxembourgish poses the question about green management only to firms that have introduced technological or non- technological innovation. The exact question reads as: "Does your enterprise have procedures in place to regularly identify and reduce your enterprise's environmental impacts? (For example preparing environmental audits, setting environmental performance goals, ISO 14001 certification, etc.)."

Yes: implemented before January 2006

Yes: Implemented or significantly improved between January 2006 and December 2008

No

dummy variable distinguishing between firms engaged in innovation cooperation (1) or not (0).¹

The strategies to protect innovation can potentially be correlated with environmental strategies. Firms with codified procedures and high preferences for formality may adopt both formal methods for protecting innovation and environmental system to regularly identify environmental opportunities. To the best of our knowledge, previous research has not investigated this relationship. For this reason, the current research explores whether firms that use formal methods of protection such as patent, license or trademark are more likely to adopt procedures to regularly identify and reduce environmental impacts. Four dummy variables represent the formal protection methods: The first one takes value 1 whether the firm used patents; the second one when the firm registers a design pattern, the third one whether the firm uses trademarks and the last one when the firm adopts copyright. The current analysis includes as well the informal protection method such as secrecy, complexity of the design or lead-time advantage. The informal protection is synthesized in one dummy variable which takes value 1 when the firm uses at least one of the following strategic methods: secrecy, complexity of the design, or lead-time advantage on competitors.

3.1.3 Control variables

Many studies in recent years have focused on only one sector due to data availability (Barla 2007; González et al. 2008; Massoud et al. 2010; De Abreu et al. 2012; Aguilera-Caracul et al. 2012) or very few industries such as (Clarkson et al. 2011). This research investigates firms operating in all sectors of the economy that can have different technological behavior and a very different attitude towards green management. Therefore, to capture sector specific effects, firms have been aggregated in different groups represented by dummy variables (i.e. Singh et al. 2014). The groups are defined according to the High-tech aggregation of Eurostat (2009) that considers technological and knowledge indicators. More precisely, based on the economic activities (NACE), manufacturing sector is aggregated in: high, medium and high tech according to their technological intensity (i.e. R&D expenditure/value added). Services are grouped according to their knowledge intensity (the share of tertiary educated persons). Additionally, firms operating in water electrical and gas sectors are grouped in a further category named Utilities. As

shown in annex, in Table 2, the final taxonomy is: Low Tech; Medium-low-Tech; High-Tech, KIS (Knowledge intensive services, LKIS (Low Knowledge intensive services) and Utilities.

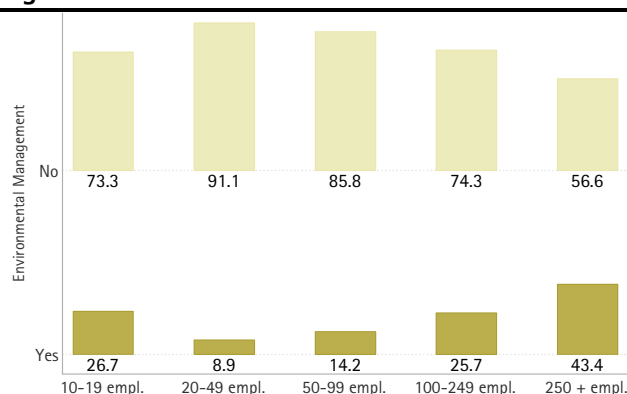
The size of the firm is expected to be positively correlated with the likelihood to engage in environmental management. The traditional view from (Porter & Linde 1995) suggests that environmental strategy has first to be considered as a cost. That is why large firms that do not suffer from lack of resources can implement environmental management initiatives in their innovative activities more easily than smaller firms. Almost all papers have shown a positive relationship between firm size and degree of pro-activeness (Aragon-Correa 1998; Uhlener et al. 2011; Sharma 2000). Here, we test the effect of employment as continuous EMP, as polynomial shape EMP-EMP² and finally linearized Ln(EMP). Estimations are reported in annex.

Following the idea from Tatoglu et al. (2013), and suspecting positive spillovers between conglomerates, we test whether being part of a group is positively correlated with environmental management decision. A dummy variable will take value 1 if the firm is part of a group, whatever the country of the head office.

3.2. Contingency analysis

From the figure 1, we observe that SME's are less likely to introduce procedures to identify and reduce their environmental impact than larger firms. Except for firms with 10 to 19 employees, the propensity of adopting environmental management increases along size. Firms with environmental management are less than 1 out of 10 among the firms with 20-49 employees and more than 4 out of 10 among large firms (250 or more employees).

Figure 1: Green and size



Source: CIS 2008, STATEC

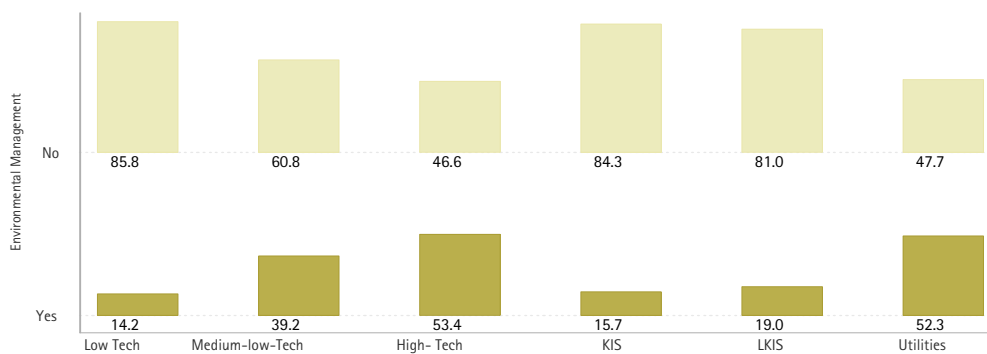
¹ Cooperation is defined considering both private and public cooperation partners.

Interestingly, almost a quarter of the firms with 10 to 19 employees are adopting environmental management, suggesting that for smaller firms environmental management can be perceived as a source of competitive advantage.

Considering the economic activity, Figure 2 shows that the propensity of adopting green management varies considerably among sectors. Among manufacturing sector, the likelihood of environmental

management increases with the increase of the technological intensity. In low-tech sector, 14% of firms are green while in the hi-tech sector, this percentage is 53%. With respect to services, there is no large difference between knowledge intensive and less knowledge intensive sector sectors. Interestingly, more than half of utilities firms are adopting environmental management, probably because of the high regulation of this sector.

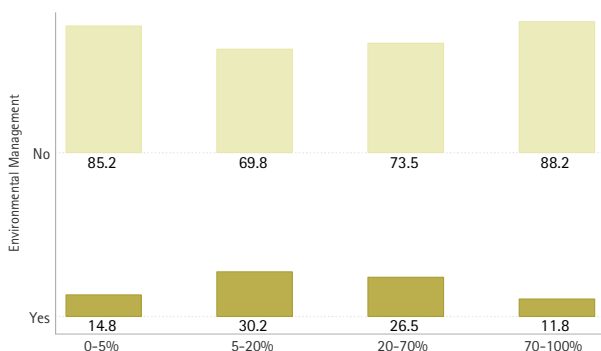
Figure 2: Green and sectors



Source: CIS 2008, STATEC

Figure 3 emphasizes that adopting environmental strategies is not a monotonic function of the share of employee with higher education. Indeed, the firms that are more willing to engage in this practice are in the class 5-20%. Among firms with 5-20 percentage points of high educated employees, around 30% are engaged in green management while only 11% are green among firms with at least 70% of high educated employees. Around 15% of the firms with less than 5% of university degree in their labour force are green. Overall, we observe an inverted U-shape between size and green management.

Figure 3: Green and education of labour force

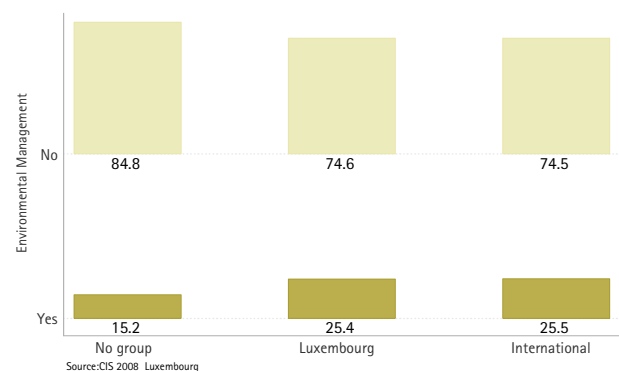


Source: CIS 2008, STATEC

Figure 4 shows that being part of a group is positively correlated with adoption of green management. Only 15% of firms that are not part of a group adopt green

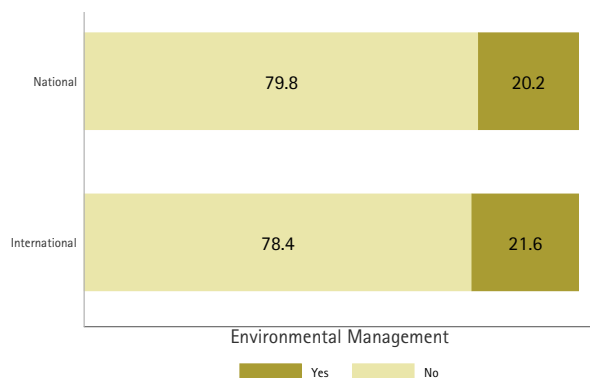
management where 25% of firms which are part of a group are green proactive. Nevertheless, being part of Luxembourgish group or an international group does not affect this share.

Figure 4: Green and group



Source: CIS 2008, STATEC

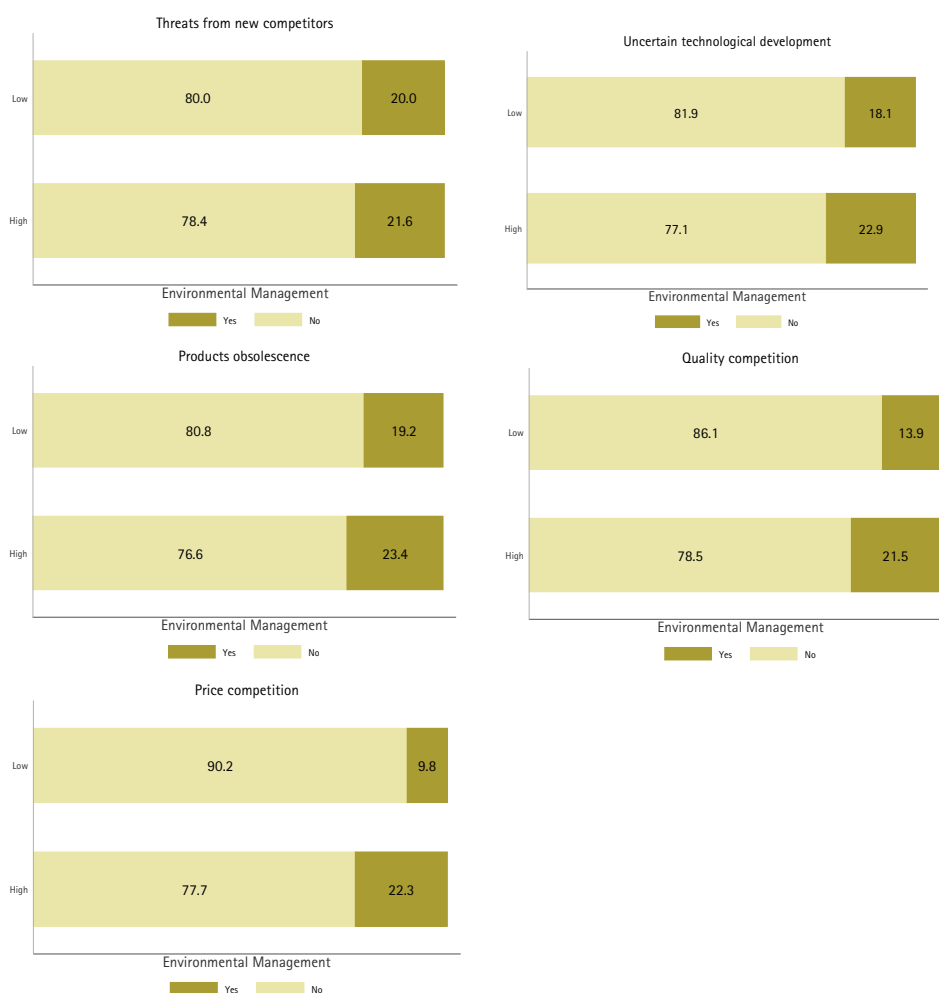
When the main market of the firm is national or not there is no difference in the propensity to adopt green management. In both cases, as shown in Figure 5 around 2 firms out of 10 are adopting this management strategy.

Figure 5: Green and main market

Source: CIS 2008, STATEC

Figure 6 shows how the likelihood of the firms changes according the different types of competition. From the first look, we can see that in general declaring high competition in its market is positively correlated with green management but the extent of the relationship vary among different competition types.

Perceiving high competition context due to threats from new competitors increases by less than 2 points only the propensity to adopt green management systems compared to those who declared low level for the same item (from 20% to 21.6%). Similar shares and results appear considering the context of competition due to fast product/service obsolescence and uncertain technological development with respectively 4 and 5 points difference.

Figure 6: Green and Competition

Source: CIS 2008, STATEC

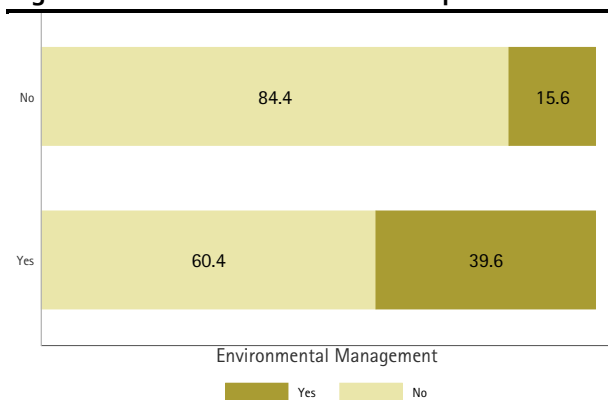
Two types of competitions are pivotal in the decision to implement green management practices. 21% of firms that experience high competition in quality of

products and or services have procedures to decrease their environmental impact. Green firms operating in a context of low quality competition are only 14%.

Finally, there is an important positive relationship between price competition and environmental procedures. When firms declare to operate in a market with low competition on price only 10% of them are implementing strategies to reduce their environmental impacts, while this share is doubled in markets with high price competition.

Reading, the association between cooperative innovation activities and environmental strategies emerges. It appears that only 15% of the firms without innovation cooperation implement procedures to reduce their environmental impact, while the share is more than double (40%) when considering firms with innovation cooperation.

Figure 7: Green and Innovation Cooperation

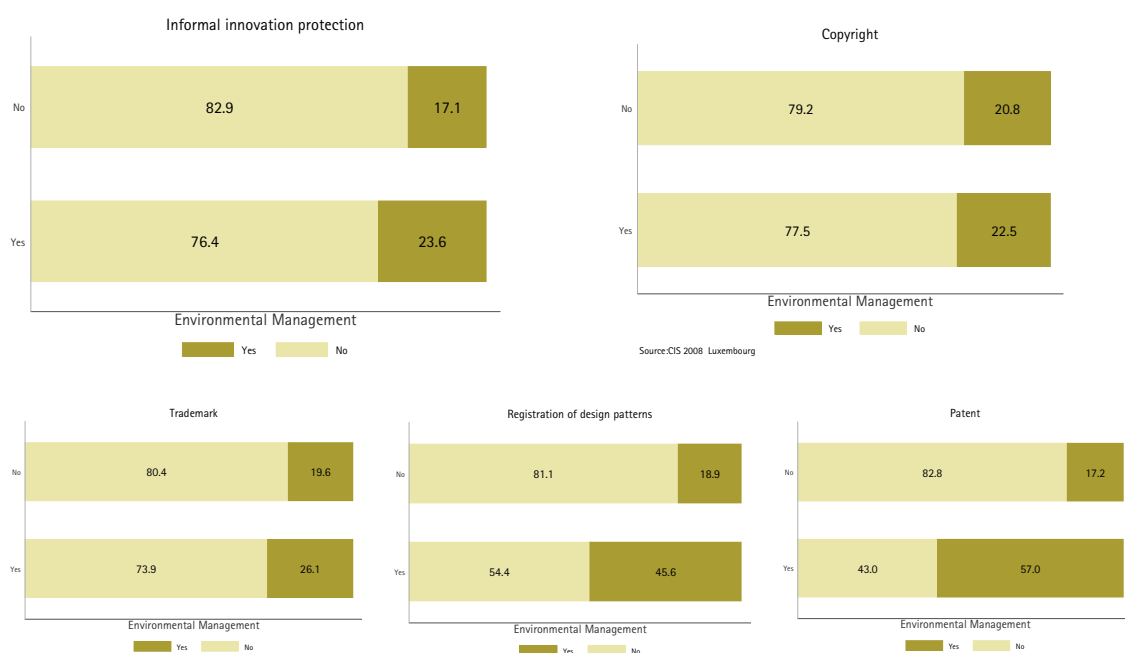


Source: CIS 2008, STATEC

Whatever formal or informal methods of innovation protection are used by the firm, being protected is positively correlated with green management. However, using informal protection weakly discriminates between being involved in green strategies or not, it amounts to 17% for non-protected via informal methods (such as secrecy, complexity of the design or lead-time advantages) to 24% when using at least one informal method.

Considering the formal methods, the share is not significantly different using copyright or not. Firms that adopt trademark as method of protection are more willing to regularly identify and reduce their environmental impacts. They represent a share of 26% while firms that have not adopted trademarks are less than 20%. Moreover, the most discriminant methods of protection are patent and registration of design patterns. 45% of the firm that have registered a design patterns are engaged in green management and this share climbs to 57% for the case of patent. The more the firm develops innovation protection, the more it is willing to adopt an environmental strategy.

Figure 8: Green and innovation strategies



Source: CIS 2008, STATEC

3.3. Econometric Analysis

3.3.1 Model

The study investigates empirically the features that affect the propensity of firms to implement environmental procedures using a binary response model, more precisely, a Logit model. The choice of adopting a green management depends on an unobserved variable $GrMan^* = X'\beta + \varepsilon$ that represents the expected benefits from green management. Firms decide to engage in this strategy if the expected benefits are larger than the expected costs.

GrMan is a dichotomous dependent variable and takes value 1 whether firm have procedures in place to regularly identify and reduce their environmental impact during and 0 otherwise.

The logit model can be formalized as following:

$$\begin{cases} GrMan = 1 & GrMan^* = X'\beta + \varepsilon > 0 \\ GrMan = 0 & GrMan^* = X'\beta + \varepsilon \leq 0 \end{cases}$$

The Vector X is the exogenous set of variables already detailed in section 3. The logit model assumes that the error terms are following a standardized logistic distribution. Parameters are estimated using the maximum likelihood method.

3.3.2 Results

This section presents the main results of the econometric analysis. The descriptive statistics of the variables used in the analysis are reported in appendix.

Table 1: Average Marginal effects (model with ln empl.)
(Dependant variable: Green Management)

Variable				
Motivations	Internal	Voluntary codes or agreements	0.117	***
		Current or expected market demand	0.08	*
	External	Regulation, Tax or Subsidies	0.089	*
Size		Ln employees 2008	0.043	***
Group		Independent	Base	
		Lux. group	-0.025	
		International group	0.047	
International market		Main Market: International	-0.061	
Sector		Low-tech	Base	
		Medium-low-Tech	0.135	*
		High-Tech	0.216	***
		KIS	0.098	
		LKIS	0.105	
		Utilities	0.27	***
Competition		Threats from new competitors	-0.014	
		Products obsolescence	-0.001	
		Uncertain technological development	0.017	
		Price competition	0.122	*
		Quality competition	0.031	
Education		0-5	Base	
		5-20%	0.063	
		20-70%	0.097	
		70-100%	-0.017	
Innovation strategies		Patent	0.176	***
		Registration of design patterns	-0.015	
		Trademark	-0.076	*
		Copyright	-0.009	
		Informal innovation protection	-0.07	*
		Cooperation activities	0.142	***
Weighted Observations				986

Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Source: CIS 2008, STATEC

To facilitate the interpretation of the estimates, Table 10 presents the marginal effects of the independent variables on the probability of implementation of green management, when size is measured as natural logarithm of number of employees.¹ Results suggest that both internal and external motivations have a positive impact that is statistically significant at conventional level. When controlling for all other variables, if a firm is internal motivated, the likelihood of adopting green management increases of 11.7 percentage points, on average. When motivated by external factors, the market demand or by regulations, tax and subsidies, the increase is 8 and 8.9 percentage points. With respect to firm's characteristics, size is positively correlated with the adoption of green management, possibly suggesting some economies of scale. This result is in line with all previous researches. Despite expectation of a positive and statistical significant association between green management and being part of a group (Tatoglu et al. 2013) and between green management and operating in international markets (Aguilera-Caracauel et al. 2012), Table 10 shows no evidence of statistically significance.

With respect with economic activities, services and manufacturing have a different behavior. Results show that, *ceteris paribus*, Medium-low-Tech and High-Tech firms have higher propensity to adopt green management than low tech firms, respectively 13.5 and 21.6 percentage points. While utilities have 27 percentage points more than low-tech firms of implementing green management, services firms are not statistically different than low-tech firms.

Reading Table 10 it appears that operating in market characterized by high competition on prices is statistically correlated with green management but other types of competition are not. This fact suggests that green management can be associated to strategies to reduce production inputs in order to cut costs. On average, the education is not statistically associated to green management at conventional level.

Finally, looking at innovation strategies interesting patterns arise. Protection of innovation with patents and innovation cooperation are positively correlated

with green management, 17.6 and 14.2 average percentage points respectively. Firms using less formal innovation protection methods such as trademark and informal methods have a negative and statistically significant correlation.

Some hypotheses can be advanced to explain this pattern. Considering that green management could require some planning and managerial skills to regularly identify and reduce environmental impacts, it is probably not surprising that formal activities such as cooperation with partners and patents application are positively correlated with green management. For the same reason, less formal activities are negatively correlated. However, given the explorative nature of this work further research is advisable.

3.4. Conclusions and Policy recommendations

Environmental issues are often the top priorities in the agenda of policy makers. The voluntary implementation of environmental/green management such as procedures to regularly identify and reduce the environmental impacts can ultimately lead to higher environmental awareness, more eco-innovation and at last better environmental and financial performances. However, the motivations driving the green management can be heterogeneous. Indeed, firms motivated exclusively by external motivations (i.e. mere compliance to legal requirements) could environmentally underperform intrinsic motivated firms, as shown in the case of ISO 14000 (Aravind & Christmann 2011).

Therefore, to design appropriate policies aiming to reduce impact on the environment (e.g. reduction of CO₂ emissions) is important a better understand of the features and the motivations of firms that are voluntary implementing environmental management.

This study sheds some lights on the profiles of firms that are voluntary adopting green management in manufacturing and services sector. The contingency and econometric analyses are conducted on a representative sample of innovative Luxembourgish firms. Relevant information is drawn from a dedicated module about environmental issues of the CIS 2008.

The main result is that both internal and external motivations are strongly correlated with green management, after controlling for firms characteristics (size, group), market (exports, sector of economic activity), perceived competition and innovation strategies.

¹ As robustness check, three alternative specifications of size have estimated as reported in annex in Table 4. Specification (1) measures size in terms of continuous employment, specification (2) in terms of polynomial shape EMP-EMP² and specification (3) considers employment in terms of linearized Ln(EMP). Estimates are similar across the specifications but on the basis of goodness of fit, the specification (3) is preferred (Adjusted R² 0.319).

Overall, results show the typical firm with green management is large, operates in high tech or utilities sector, experience strong price competition, is engaged in innovation partnership and uses only patents to protect its innovation.

Other interesting results emerge. Green management is associated with price competition suggesting that firm aiming to reduce production cost implement green management to reduce production inputs and therefore reduce the environmental impact. Firms operating in sectors with high technological intensity are more likely to implement environmental management, probably because the dynamism of these sectors facilitates the absorption of relatively new practices environmental. Interestingly, services are lagging behind the manufacturing firms in terms of green management. On this ground, if environmental management improves environmental

performances, results suggest that policy maker aiming to reduce environmental impacts should pay particularly attention to small and services firms. Moreover, policies increasing price competition can have the additional effect of increasing green management and potentiality reduces environmental impacts.

Given the fundamental explorative nature of this work, further research is strongly advised. Luxembourg is a small open economy and future cross countries comparison could corroborate these results. Moreover, due to data restriction, the analysis is constrained to innovative firms only. Future data availability and more refined modelling can attempt to address these limitations.

3.5. References

- DE ABREU, M.C.S. et al., 2012. A comparative understanding of corporate social responsibility of textile firms in Brazil and China. *Journal of Cleaner Production*, 20(1), pp.119–126.
- AGUILERA-CARACUEL, J., HURTADO-TORRES, N.E. & ARAGÓN-CORREA, J.A., 2012. Does international experience help firms to be green? A knowledge-based view of how international experience and organisational learning influence proactive environmental strategies. *International Business Review*, 21(5), pp.847–861. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969593111001740> [Accessed February 19, 2014].
- BEN AOUN – PELTIER, L. & DUBROCARD, A., 2012. Essai de caractérisation des entreprises éco-innovantes. In S. ALLEGREZZA et al., eds. *Perspective de Politique Economique n.25*. Bilan Compétitivité 2012, pp. 219–239.
- ARAGON-CORREA, J.A., 1998. Strategic proactivity and firm approach to the natural environment. *Academy of management Journal*, 41(5), pp.556–567.
- ARAVIND, D. & CHRISTMANN, P., 2011. Decoupling of Standard Implementation from Certification : Does Quality of ISO 14001 Implementation Affect Facilities ' Enviromental performance? *Business Ethics Quarterly*, 21(1), pp.73–102.
- ARORA, S. & CASON, T., 1995. An Experiment in Voluntary Environmental Regulation: Participation in EPA's 33/50 Program. ... *of environmental economics and management*, 28(3), pp.271–286.
- BANERJEE, S., IYER, E. & KASHYAP, R., 2003. Corporate environmentalism: antecedents and influence of industry type. *Journal of Marketing*, 67(April), pp.106–122.
- BANSAL, P., 2005. Evolving sustainably: a longitudinal study of corporate sustainable development. *Strategic management journal*, 26(3), pp.197–218.
- BARLA, P., 2007. ISO 14001 certification and environmental performance in Quebec's pulp and paper industry. *Journal of Environmental Economics and Management*, 53(3), pp.291–306.
- BREMNER, B., 1989. A new sales pitch: the environment. *Business week*, p.50.

- CHASE, D., 1991. P&G gets top marks in AA survey. *Advertising age*, 62(5), pp.8–10.
- CLARKSON, P.M. et al., 2011. Does it really pay to be green? Determinants and consequences of proactive environmental strategies. *Journal of Accounting and Public Policy*, 30(2), pp.122–144. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278425410000645> [Accessed February 24, 2014].
- DOWELL, G., HART, S. & YEUNG, B., 2000. Do corporate global environmental standards create or destroy market value? *Management Science*, 46(8), pp.1059–1074.
- DUGUET, E. & MACGARVIE, M., 2005. How well do patent citations measure flows of technology? Evidence from French innovation surveys. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(5), pp.375–393.
- Eurostat, 2009. "High-technology" and "knowledge based services" aggregations based on NACE Rev. 2,
- GONZÁLEZ, P., SARKIS, J. & ADENSO-DÍAZ, B., 2008. Environmental management system certification and its influence on corporate practices: Evidence from the automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 28(11), pp.1021–1041.
- GROFF, J. & NGUYEN-THI, T.U., 2012. Motivations à l' éco-innovation : une comparaison sectorielle sur les entreprises au Luxembourg. Available at: <http://www.statistiques.public.lu/catalogue-publications/working-papers-CEPS/2012/11-2012.pdf>.
- ISO, 2012. *The ISO Survey of Management System Standard Certifications*,
- KEIN, A.T.T., OFORI, G. & BRIFFETT, C., 1999. ISO 14000: its relevance to the construction industry of Singapore and its potential as the next industry milestone. *Construction Management & ...*, 17(4), pp.449–461.
- MAJUMDAR, S. & MARCUS, A., 2001. Rules versus discretion: The productivity consequences of flexible regulation. *Academy of Management Journal*, 44(1), pp.170–179.
- DE MARCHI, V., 2012. Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 41(3), pp.614–623. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048733311001879> [Accessed March 12, 2012].
- MASSOUD, M. a. et al., 2010. Drivers, barriers and incentives to implementing environmental management systems in the food industry: A case of Lebanon. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), pp.200–209.
- NISHITANI, K., 2007. The Influence of Foreign Markets on Company-Decisions to Adopt ISO 14001: A Study with Special Reference to Japan, the EU, the US and Australia. *The Otemon J. Aust. Stud*, 33.
- PALMER, K., OATES, W.E. & Portney, P.R., 1995. Tightening Environmental Standards: The Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm? *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), pp.119–132.
- PETTS, J., 2000. The regulator-regulated relationship and environmental protection: perceptions in small and medium-sized enterprises. *Environment And Planning C-government And Policy*, 18(2), pp.191–206.
- Porter, M.E. & Linde, C. Van Der, 1995. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), pp.97–118.
- SHARMA, S., 2000. Managerial interpretations and organizational context as predictors of corporate choice of environmental strategy. *Academy of Management journal*, 43(4), pp.681–697.
- SINGH, N., JAIN, S. & SHARMA, P., 2014. Determinants of proactive environmental management practices in Indian firms: an empirical study. *Journal of Cleaner Production*, 66, pp.469–478. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652613008263> [Accessed February 25, 2014].

TATOGLU, E. et al., 2013. Determinants of voluntary environmental management practices by MNE subsidiaries. *Journal of World Business*. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1090951613000953> [Accessed February 10, 2014].

UHLANER, L.M. et al., 2011. Beyond Size: Predicting Engagement in Environmental Management Practices of Dutch SMEs. *Journal of Business Ethics*, 109(4), pp.411–429. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s10551-011-1137-x> [Accessed January 28, 2014].

WEBER, P., 1990. Green Seals of Approval Heading to Market. *World Watch*, pp.7–8.

ZENG, S.X. et al., 2003. ISO 14000 and the construction industry: survey in China. *Journal of Management in ...*, 3(July), pp.107–116.

ZHANG, B. et al., 2008. Why do firms engage in environmental management? An empirical study in China. *Journal of Cleaner Production*, 16(10), pp.1036–1045. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652607001576> [Accessed February 2, 2014].

3.6. Appendix

Table 2: Descriptive statistics

	Variables	Mean	Std. Dev.
Green management		0,209	0,407
Motivations	Voluntary codes or agreements	0,436	0,496
	Current or expected market demand	0,152	0,359
	Regulation, Tax or Subsidies	0,172	0,378
Size	Empl. 2008	110	326
Group	Independent	0,439	0,497
	Lux group	0,173	0,379
	International group	0,387	0,488
International market	Main Market: International	0,524	0,500
Sectors	Low-Tech	0,057	0,232
	Medium-low-Tech	0,074	0,262
	High-Tech	0,056	0,230
	KIS	0,542	0,499
	LKIS	0,254	0,436
	Utilities	0,017	0,130
Competition	Threats from new competitors	0,585	0,493
	Products obsolescence	0,406	0,492
	Uncertain technological development	0,587	0,493
	Price competition	0,893	0,310
	Quality competition	0,927	0,261
Education	0-5%	0,107	0,310
	5-20%	0,232	0,423
	20-70%	0,309	0,463
	70-100%	0,352	0,478
Innovation strategies	Patent	0,093	0,291
	Registration of design patterns	0,075	0,263
	Trademark	0,201	0,401
	Copyright	0,078	0,268
	Informal innovation protection	0,584	0,493
	Cooperation activities	0,220	0,415

Source: CIS 2008, STATEC

Table 3: Sectors breakdown

Sector	Nace rev.2 definition
Low Tech	10-17, 18 excluding 18.2; 32 excluding 32.5
Medium-Low Tech	18.2; 19; 22-24; 25 excluding 25.4; 30.1; 33
High-medium Tech	20-21; 25.4; 26; 27-29; 30 excluding 30.1; 32.5
KIS -Knowledge-intensive Services:	50-51; 58-63;69-75; 78; 80
LKIS -Less knowledge-intensive- services:	45-47; 49; 52-53; 55-56;68; 77;81-82
Utilities	35-39

Note: Due to statistical confidentiality, Medium –high and High-tech are merged together into one category

Source: CIS 2008, STATEC

Table 4: Logit estimates

Dependant Variables		(1) Green management	(2) Green management	(3) Green management
Motivations	Voluntary codes or agreements	1.087*** (0.359)	1.109*** (0.363)	1.092*** (0.362)
	Current or expected market demand	0.699* (0.415)	0.700 (0.427)	0.748* (0.437)
	Regulation, Tax or Subsidies	0.916** (0.415)	0.828* (0.432)	0.827* (0.443)
Size	Empl. 2008	0.001* (0.000)	0.003*** (0.001)	
	Square empl. 2008		-7.28e-07*** (2.48e-07)	
	Ln empl. 2008			0.400*** (0.130)
Group	Independent	Base	Base	Base
	Lux group	0.028 (0.447)	-0.084 (0.442)	-0.229 (0.449)
	International group	0.749 (0.475)	0.627 (0.478)	0.436 (0.495)
International market	Main Market: International	-0.506 (0.389)	-0.546 (0.397)	-0.566 (0.395)
Sectors	Low- Tech	Base	Base	Base
	Medium-low-Tech	1.137* (0.663)	1.267* (0.668)	1.258* (0.666)
	High-Tech	1.816** (0.738)	1.927*** (0.745)	2.008*** (0.739)
	KIS	0.755 (0.676)	0.830 (0.679)	0.914 (0.668)
	LKIS	0.738 (0.660)	0.847 (0.659)	0.977 (0.650)
	Utilities	2.332** (0.958)	2.407** (0.956)	2.513*** (0.969)
Competition	Threats from new competitors	-0.133 (0.311)	-0.113 (0.316)	-0.131 (0.316)
	Products obsolescence	0.108 (0.343)	0.033 (0.345)	-0.013 (0.340)
	Uncertain technological development	0.133 (0.374)	0.138 (0.376)	0.160 (0.373)
	Price competition	1.209* (0.668)	1.191* (0.672)	1.139* (0.686)
	Quality competition	0.375 (0.736)	0.294 (0.723)	0.285 (0.737)
Education	0-5%	Base	Base	Base
	5-20%	0.581 (0.534)	0.597 (0.532)	0.590 (0.533)
	20-70%	0.780 (0.580)	0.819 (0.581)	0.901 (0.575)
	70-100%	-0.372 (0.623)	-0.303 (0.623)	-0.157 (0.623)
Innovation strategies	Patent	1.680*** (0.586)	1.661*** (0.601)	1.637*** (0.624)
	Registration of design patterns	-0.237 (0.507)	-0.164 (0.509)	-0.140 (0.510)
	Trademark	-0.720* (0.393)	-0.745* (0.399)	-0.705* (0.405)
	Copyright	-0.142 (0.616)	-0.096 (0.608)	-0.083 (0.605)
	Informal innovation protection	-0.622 (0.382)	-0.629 (0.386)	-0.655* (0.382)
	Cooperation activities	1.370*** (0.419)	1.369*** (0.424)	1.320*** (0.418)
	Constant	-5.158*** (1.241)	-5.217*** (1.233)	-6.448*** (1.331)
Observations		414	414	414
Weighted observations		986	986	986
LLO		-512.1	-512.1	-512.1
LL1		-355.1	-350.5	-348.9
Mc Fadden adj-R2		0.306	0.316	0.319

Source: CIS 2008, STATEC

4. Les entreprises éco-Innovantes au Luxembourg

Leila BEN-AOUN PELTIER, Anne DUBROCARD

(Publié dans «Bilan de la Compétitivité 2012» chap.8 pp. 219-239)

Selon Rennings (2000) l'éco-innovation consiste à identifier et promouvoir les technologies qui contribuent à la réalisation des objectifs de développement durable. D'emblée l'éco-innovation se distingue de l'innovation en ce que son contenu a une *finalité écologique et sociale*. Une éco-innovation est évaluée à travers ses impacts environnementaux «réduits» sur les émissions de gaz à effet de serre, la pollution de l'air et de l'eau, la consommation d'énergie et la contamination des sols¹. De ce point de vue, une innovation majeure par sa contribution à la réduction des dommages à l'environnement peut n'avoir qu'un faible contenu technologique, se déployer sur les marchés ou hors marché, et émaner d'arrangements institutionnels, de changements dans les comportements des ménages et des individus aussi bien que de modifications importantes des produits et des processus de production des entreprises industrielles ou de service. C'est pourtant cette dernière catégorie seulement qui entrent dans le champ des innovations telles que définies dans le Manuel d'Oslo de l'OCDE (2005) et que nous considérerons à travers les données et les modèles présentés dans cette étude.

Si l'on s'interroge sur les sources de l'innovation, deux hypothèses ont été proposées par Schumpeter à 30 ans d'intervalle: La première hypothèse présentée dans la «Théorie de l'évolution économique» (1912) souligne le rôle central de l'entrepreneur individuel qui «consiste à réformer ou révolutionner la routine de production en exploitant une invention, une possibilité technique inédite». Ce rôle est central car il est le moteur de l'innovation et du progrès économique par les changements, les déséquilibres et finalement les destructions créatrices qu'il impose au tissu économique. Dans ce modèle «Demand Pull», c'est la demande qui tire l'innovation. La seconde hypothèse est issue de «Capitalisme, socialisme et démocratie» (1942) où Schumpeter constate désabusé le «crépuscule de la fonction d'entrepreneur». «L'innovation elle-même est en voie d'être ramenée à une routine. Le progrès technique devient toujours davantage l'affaire d'équipes de spécialistes entraînés qui travaillent sur commande et dont les méthodes

leur permettent de prévoir les résultats pratiques de leur recherche². Ce modèle dit «Technology Push» est fondé sur la production de connaissances fondamentales et appliquées, organisée à grande échelle. Par la suite, les auteurs se sont accordés d'une part, pour séparer les déterminants et les catégories d'entreprises, et d'autre part, pour constater que, dans les faits, l'innovation apparaît à la fois tirée par la demande et poussée par la technologie dans le cadre de partenariats et d'alliances entre des start-up et des grandes firmes, ainsi que des organismes de recherche publics et privés et des financeurs.

Dans ce contexte, l'éco-innovation doit être considérée comme un sous-ensemble d'innovations de produits ou de procédés et de changements organisationnels caractérisées par une *double externalité* et pour lesquelles, de ce fait, la réglementation joue un rôle déterminant (*regulatory push-pull effect*) au côté des facteurs d'offre et de demande traditionnels (Technology Push & demand Pull). En effet, Belin et al (2011) rappellent que les éco-innovations génèrent des externalités positives aussi bien dans la phase de diffusion des connaissances que dans la phase de diffusion de l'éco-innovation. Dans la première phase, il s'agit des effets positifs standards de diffusion des connaissances pour lesquels coût privé et coût social divergent rendant difficile l'appropriation des bénéfices des investissements de R&D et conduisant à un niveau d'investissement sous-optimal. Ou, pour le dire autrement, «le rendement privé (celui qui revient aux seuls innovateurs) est plus faible que le rendement social, lequel est approprié pour partie par les imitateurs et pour partie aussi par les consommateurs. Il s'ensuit que, dans une économie décentralisée, le niveau d'investissement d'équilibre en recherche et développement est a priori inférieur au niveau socialement optimal» (Cohendet et al (1999). Dans la phase d'adoption et de diffusion de l'innovation, les effets positifs sur l'environnement se traduisent par des coûts externes plus faibles comparés à ceux des biens et services en concurrence sur le marché.

¹ Selon P. James (1997) qui le premier a défini l'éco-innovation comme 'new products and processes which provide customer and business value but significantly decrease environmental impacts'.

² Cité par A. Hamdouch in Dictionnaire de l'économie article «Innovation» (2007)

L'hypothèse de Porter et ses remises en causes

Le sous-investissement qui résulte mécaniquement de cette double «inefficacité du marché» fait du *contexte réglementaire* un déterminant crucial des comportements éco-innovants des entreprises. En opposition avec l'approche usuelle qui considère que le développement de normes et de réglementations protectrices pour l'environnement constitue uniquement une source de coût et donc une externalité négative pour les entreprises qui y sont soumises, Porter et Van der Linde (1995) développent l'hypothèse selon laquelle: «Correctement conçue, les normes environnementales peuvent stimuler des innovations qui peuvent partiellement ou plus que compenser les coûts de mise en conformité à ces normes.»¹. Pour soutenir cette hypothèse, ils s'appuient sur un argumentaire en quatre points repris par Gallaud et al. (2012). La pollution doit être assimilée à un gaspillage de ressources par l'entreprise, les polluants sont coûteux à produire et à utiliser et la réglementation constitue un signal pour l'entreprise. Ainsi les auteurs prennent l'exemple des déchets: rendue consciente du gaspillage par l'obligation de recyclage instaurée à partir du début des années 90, les entreprises ont développé des processus et des produits issus du recyclage qui ont générés des revenus supplémentaires. En définissant des seuils de pollution acceptable et des horizons suffisants pour les atteindre, la réglementation réduit l'incertitude en même temps qu'elle augmente la pression concurrentielle. Les deux effets sont positifs sur l'incitation à investir et innover (Arundel et Kemp 2009).

Mesurer l'impact de l'éco-innovation

Identifier les comportements des entreprises en matière d'éco-innovation et en mesurer les impacts sur la croissance est donc devenu un enjeu des politiques publiques dont l'intervention peut être justifiée au plan théorique. Un premier éclairage sur ces comportements est apporté par les réponses obtenues pour un ensemble de questions spécifiques qui figuraient dans le questionnaire de l'enquête Communautaire sur l'Innovation (ECI) conduite en 2008 au Luxembourg. Les comptes économiques de l'environnement établis par le STATEC fournissent des mesures des émissions de gaz à effet de serre détaillées au niveau de la nomenclature des activités économiques adaptée aux approches environnementales (NAMEA). Ces sources de données sont mobilisées pour l'étude proposée ici qui vise à

l'exploration des causalités entre des variables latentes ou composantes susceptibles de rendre compte de la variation des variables exogènes et variables expliquées. La méthode des moindres carrés partiels (PLS pour Partial Least Squares) déployée à cette fin est une méthode de «soft modelling» basée sur l'analyse des variances qui ne nécessite pas d'hypothèse de multi normalité des variables. C'est une technique économétrique utilisée pour construire des modèles prédictifs lorsque les variables explicatives sont nombreuses par rapport au nombre d'observations et très corrélées. Elle est particulièrement appréciée en sciences sociales pour analyser des interactions complexes, d'autant qu'elle peut être déployée sur de très petits échantillons d'observations². Elle est particulièrement adaptée pour tester les hypothèses et les concepts de l'éco-innovation sur la base de données construites pour le Luxembourg.

4.1. Les hypothèses testées

Il s'agit donc de saisir le processus complexe et multidimensionnel qui conduit les entreprises à innover puis à éco-innover et de lier ces décisions à leurs résultats attendus en termes d'impacts économiques et environnementaux. Nous avons vu en introduction que le concept d'éco-innovation s'applique à un sous-ensemble de produits, de procédés ou d'organisations qui sont nouveaux pour l'entreprise ou pour le marché et qui diminuent significativement l'impact des activités productives sur l'environnement.

4.1.1 Les déterminants de l'innovation

Comme il déjà été dit, on distingue habituellement les innovations technologiques (nouveaux produits ou procédés) et les innovations non-technologiques (changements organisationnels ou de méthode de mise sur le marché (marketing)). Les deux types d'innovations sont souvent complémentaires et pourraient être également stimulés par l'objectif initial de l'innovation qui vise d'abord à améliorer la position concurrentielle de l'entreprise (en entrant sur de nouveaux marchés, en augmentant sa part de marché ou en réduisant ses coûts unitaires de production) ou plutôt à développer ses produits et services en les renouvelant, en élargissant sa gamme ou en améliorant leur qualité.

² Il est quelques fois préconisé de disposer d'un échantillon minimal compris entre 30 et 100 observations ou bien d'autres règles plus sophistiquées quoique très empiriques (Chin Et Newsted 1999)

¹ Cité par Belin, Horbach et Oltra (2011)

H1: Les entreprises sont d'autant plus innovantes qu'elles visent à améliorer leur position concurrentielle.

- H1a: Les entreprises sont d'autant plus enclines à développer des innovations technologiques qu'elles visent à améliorer leur position concurrentielle.
- H1b: Les entreprises sont d'autant plus enclines à déployer des changements organisationnels qu'elles visent à améliorer leur position concurrentielle.

H2: Les entreprises sont d'autant enclines à développer des innovations technologiques qu'elles visent à améliorer leurs produits et services.

4.1.2 Les déterminants de l'éco-innovation

De nombreuses études récentes (Mazzanti et Zoboli (2006), Rehfeld et al. (2007), Wagner (2007), Belin et al. (2011), Nguyen Groff (2012)) s'attachent à définir les déterminants de l'éco-innovation. Les déterminants principaux touchent à la réglementation environnementale, aux sources d'information mobilisées dans les processus d'innovation et les types d'innovation déjà déployés.

La réglementation

S'appuyant sur l'étude phare de Porter et Van der Linde (1995), plusieurs études empiriques s'attachent à vérifier l'hypothèse dite de Porter selon laquelle la réglementation jouent un rôle spécifique et déterminant dans la décision d'éco-innover. Jaffe et Palmer (1997) proposent trois expressions plus ou moins fortes de l'hypothèse de Porter: la plus faible stipule que la réglementation environnementale stimule l'éco-innovation et la plus forte affirme qu'une réglementation sévère génère des gains supérieurs aux coûts qu'elle engendre pour l'entreprise. Ambec et al. (2008) valident l'hypothèse faible sur une base de données comportant 7 pays de l'OCDE mais les résultats sont plus mitigés pour les deux formulations fortes de l'hypothèse. De plus, Kammerer (2009) insiste sur le fait que l'impact de la réglementation environnementale dépend aussi de l'objectif poursuivi par l'éco-innovation considérée. En particulier, on distingue les «technologies propres» et les éco-innovations de «bout de chaîne». Les premières sont des éco-innovations de processus qui visent à réduire les coûts environnementaux par une innovation de procédé ou un changement organisationnel afin de limiter les externalités négatives pendant le processus de production. Les

secondes considèrent le cycle de vie complet des produits et vise à diminuer l'impact environnemental des produits dans leur phase de consommation et de transformation en déchets. Ici, il s'agit de transformer les produits et services proposés afin par exemple de permettre un meilleur recyclage, de réduire les emballages ou la nocivité des déchets en fin de vie du produit.

H3: Lorsqu'une entreprise doit respecter une réglementation environnementale ou doit acquitter des taxes environnementales, elle développe plus fréquemment des éco-innovations.

- H3a: Lorsqu'une entreprise doit respecter une réglementation environnementale ou doit acquitter de taxes environnementales, elle est plus susceptible de développer des technologies propres.
- H3b: Lorsqu'une entreprise doit respecter une réglementation environnementale ou doit acquitter de taxes environnementales, elle est plus susceptible de développer des éco-innovations en «bout de chaîne».

Les sources d'information mobilisées pour innover

Comme dans la littérature sur l'innovation¹, l'acquisition de connaissances tient une place importante dans les études des déterminants de l'éco-innovation. Selon Mazzanti et al. (2010) la connaissance est un facteur clé facilitant l'adoption des innovations environnementales. Il apparaît toutefois que l'impact dépend des sources d'informations envisagées mais le sens de l'effet et sa significativité n'est pas clairement établi dans les études empiriques. Ainsi, Borghesi et al. (2012) mesurent l'impact des sources d'information mobilisées sur les capacités d'innovation environnementale des entreprises italiennes (ECI 2008). Dans leurs estimations, l'impact est significatif seulement lorsque les sources d'informations sont internes ou sont transmises à travers des fournisseurs mais Groff et Nguyen (2012) obtiennent des résultats très différents sur les données de l'enquête conduite au Luxembourg. Ainsi, selon le modèle, l'impact est significatif et positif lorsque les entreprises font appel à des ressources internes ou à des informations transmises à travers leurs clients pour éco-innover en produits ou en procédé et le signe est inversé

¹ Cette hypothèse a déjà été testée par exemple par Pavitt et Malerba (2004).

lorsqu'elles s'appuient sur des informations internes pour développer des technologies propres.

H4: Les entreprises sont d'autant plus enclines à éco-innover qu'elles utilisent intensivement les sources d'information pour innover.

- H4a: Les entreprises sont d'autant plus enclines à développer des technologies propres qu'elles utilisent intensivement leurs marchés (clients, fournisseurs, concurrents) comme sources d'information pour innover.
- H4b: Les entreprises sont d'autant plus enclines à développer des technologies propres qu'elles utilisent intensivement les institutions publiques (universités, gouvernement, centres de recherche) comme sources d'information pour innover.
- H4c: Les entreprises sont d'autant plus enclines à développer des éco-innovation de «bout de chaîne» qu'elles utilisent intensivement leurs marchés (clients, fournisseurs, concurrents) comme sources d'information pour innover.
- H4d: Les entreprises sont d'autant plus enclines à développer des éco-innovation de «bout de chaîne», qu'elles utilisent intensivement les institutions publiques (universités, gouvernement, centres de recherche) comme sources d'information pour innover.

Les types d'innovation

Pour Belin et al. (2011) les différents types d'éco-innovation sont étroitement liés aux types d'innovation développés au sein de l'entreprise. Pour le montrer, ces auteurs mesurent l'impact de toutes les combinaisons possibles entre innovation en produits, en procédés, en changement organisationnel et marketing sur le développement de technologies propres et d'éco-innovations de «bout de chaîne». Ils obtiennent des résultats contrastés: l'impact est significatif pour la France mais pas pour l'Allemagne. Mazzanti & Zoboli (2006) et Wagner (2007), pour leur part, obtiennent une forte corrélation entre l'innovation organisationnelle et éco-innovation de processus et de produit.

H5: Les entreprises sont d'autant plus susceptibles de développer des éco-innovations qu'elles ont déjà innové.

- H5a: Les entreprises sont d'autant plus susceptibles de développer des technologies

propres qu'elles ont déjà procédé à des changements organisationnels.

- H5b: Les entreprises sont d'autant plus susceptibles de développer des technologies propres qu'elles ont déjà développé des innovations technologiques.
- H5c: Les entreprises sont d'autant plus susceptibles de développer des éco-innovations de «bout de chaîne» qu'elles ont déjà procédé à des changements organisationnels.
- H5d: Les entreprises sont d'autant plus susceptibles de développer des éco-innovations de «bout de chaîne» qu'elles ont déjà développé des innovations technologiques.

4.1.3 L'impact de l'éco-innovation sur les performances économiques et environnementales

Les concepts liés à l'éco-innovation ont été développés récemment et jusqu'à présent peu d'études s'attachent à quantifier les impacts de l'éco-innovation. Au plan théorique pourtant, les innovations environnementales devraient avoir des impacts au travers de l'amélioration de deux types de performances: les performances environnementales et les performances économiques.

Les performances environnementales sont l'objet ultime des innovations environnementales (par exemple: réduction des émissions, moindre consommation d'énergie, recyclage...) mais les effets sont, comme on l'a vu, des externalités positives qui se diffusent sur l'ensemble d'un pays, d'une région ou d'une population. Les bénéficiaires potentiels ne contrôlent pas directement la décision, tandis que l'entreprise ou la branche qui éco-innove ne parvient pas plus à en tirer tout le bénéfice qu'elle n'en supporte le coût d'une externalité négative si elle ne fait rien. Du coup, la mesure de l'effet pose un double problème. Une première difficulté tient au décalage temporel entre le développement de l'éco-innovation et la diffusion des effets bénéfiques pour l'environnement. La seconde surgit de l'obligation de changer de niveau d'analyse pour observer le phénomène, ce qui suppose également de disposer de plusieurs sources d'informations.

Les performances économiques, sont a priori plus aisées à mesurer au moins pour la partie directement lisible au niveau de l'entreprise à travers les coûts, le chiffre d'affaires ou encore l'évolution du nombre

d'employés (Horbach 2011). En effet, si l'on suit l'hypothèse de Porter, les coûts devraient diminuer sur le long terme par une meilleure utilisation des inputs. L'amélioration du chiffre d'affaires peut provenir de la création de nouveaux marchés ou de la vente de produits pour lesquels une marge plus importante est acceptable pour les consommateurs dont le consentement à payer est supérieur pour les produits «bio» par exemple (Kammerer, 2009). Toutefois, le décalage temporel et la difficulté de disposer de données supplémentaires rend la mesure de ces performances aussi délicate que la précédente.

De ce fait, la portée positive des innovations environnementales a fait l'objet de quelques rares études de cas et Mazzanti et Zoboli (2009), qui étudient les déterminants de l'éco-innovation, avouent qu'ils se trouvent dans l'impossibilité de tester avec leur modèle l'impact de ces éco-innovations sur la performance.

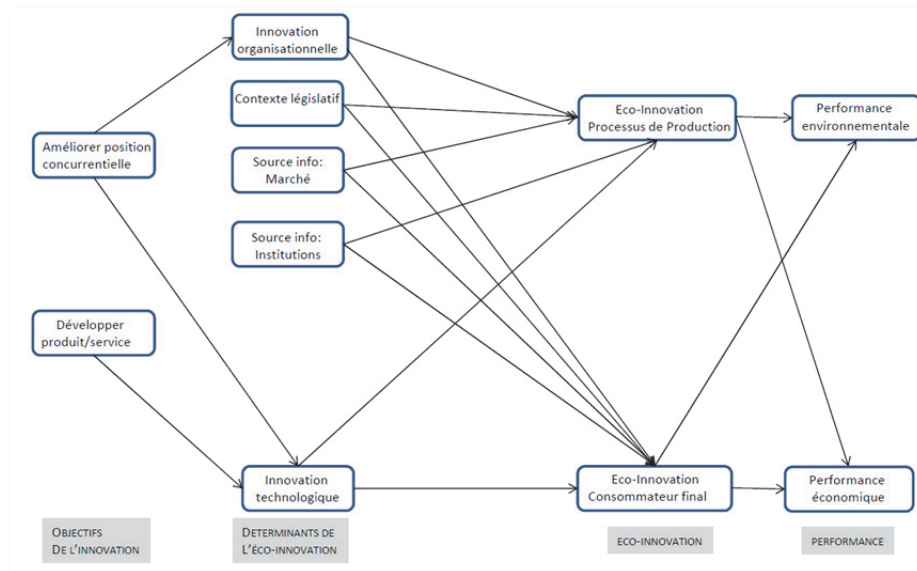
H6: Les entreprises qui éco-innovent améliorent leurs performances et celles de leur branche d'activité.

- H6a: Les entreprises qui développent des technologies propres améliorent leur performance économique.

- H6b: Les entreprises qui développent des technologies propres améliorent la performance environnementale de sa branche d'activité.
- H6c: Les entreprises qui développent des éco-innovations de «bout de chaîne» améliorent leur performance économique.
- H6d: Les entreprises qui développent des éco-innovations de «bout de chaîne» améliorent la performance environnementale de sa branche d'activité.

L'ensemble des hypothèses présentées va donc être testé dans un modèle exploratoire de recherche des causalités entre des variables latentes: objectifs de l'innovation, innovation, éco-innovation et performances expliquées par des ensembles de critères explicatifs. Les objectifs de l'innovation devraient avoir un impact significatif sur le type d'innovation déployé par les entreprises innovantes, le type d'innovation à son tour ainsi que le contexte réglementaire contribuent de façon différenciée à l'éco-innovation dont on espère qu'elle détermine en partie les performances économique et environnementale.

Figure 1: Les liens de causalités testés



Source: Schéma élaboré par les auteures à partir de l'outil SmartPLS

4.2. Bases de données

Plusieurs bases de données ont été mobilisées pour mener à bien cette analyse.

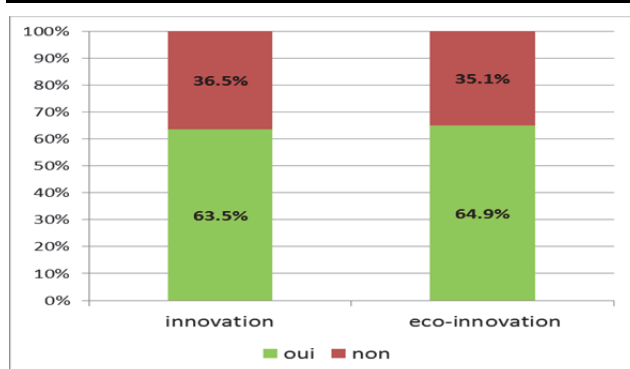
L'enquête communautaire sur l'innovation (ECI) est une enquête européenne obligatoire qui renseigne sur le comportement des entreprises en matière d'innovation. Au Luxembourg, seule la vague 2008 portant sur la période 2006-2008 comporte un module spécifique dédié à l'éco-environnement.

Afin de mesurer les performances environnementales, des données issues des comptes satellites de la comptabilité nationale sont fusionnées avec les données de l'ECI 2008. Les données des comptes «NAMEA» ne sont disponibles qu'à un niveau agrégé et pour les années 2000 à 2010. Le niveau d'agrégation disponible le plus fin (noté niveau 3) a été utilisé. Les catégories qui le composent sont décrites dans l'annexe (compte NAMEA).

Enfin, les performances économiques des entreprises sont mesurées par l'évolution de l'emploi et du chiffre d'affaires de l'entreprise calculée à partir des données du répertoire des entreprises.

L'éco-innovation dans l'enquête ECI 2008

Figure 2: Proportion d'entreprises éco-innovantes



Source: Base fusionnée - ECI 2008, NAMEA, Répertoire des entreprises- calculs des auteurs

Tandis que 63,5 % des entreprises¹ innovent, 41,2% «éco-innovent». En fait, quel que soit le type d'éco-innovation considéré, 64,9% des entreprises innovantes sont éco-innovantes.

Dans l'enquête, les objectifs de l'innovation sont décrits au moyen de 8 critères permettant d'identifier des types d'éco-innovation. Plusieurs objectifs peuvent être poursuivis à travers le développement d'une même éco-innovation. La plupart des propositions listées dans la question font référence au développement d'éco-innovations à l'intérieur du processus de production. L'objectif poursuivi le plus fréquemment est le recyclage des déchets et des matériaux utilisés dans le processus (42%). Les objectifs visant strictement la baisse des émissions polluantes tel que le remplacement par des matériaux

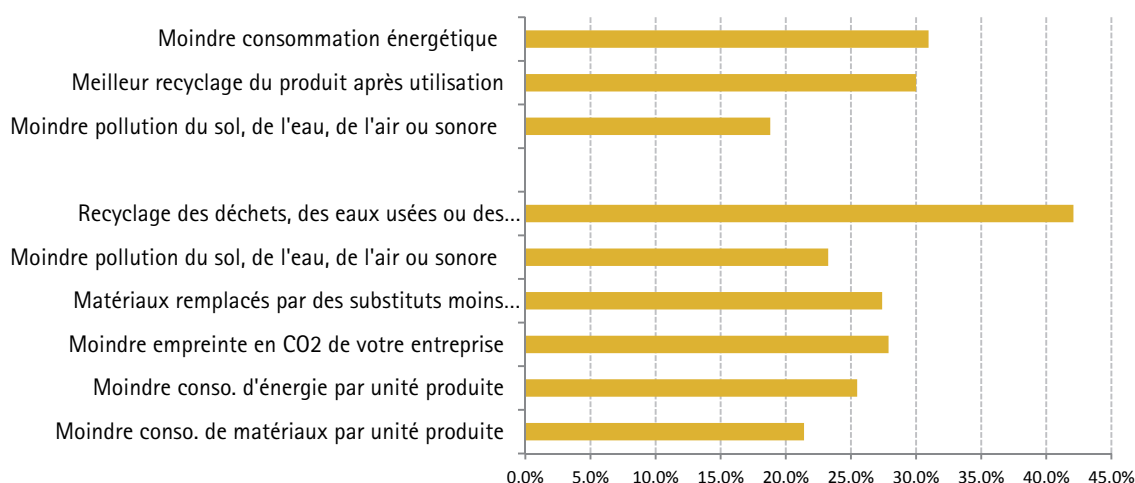
moins polluants (27%) et la diminution de l'empreinte carbone (28%) sont aussi avec le recyclage les domaines dans lesquels la réglementation est particulièrement présente. Les objectifs de rationalisation des coûts à long terme tels que la diminution de la consommation d'énergie ou de matériau par unité produite (respectivement 25,5% et 21,4%) sont moins fréquemment cités.

Objectif des éco-innovations

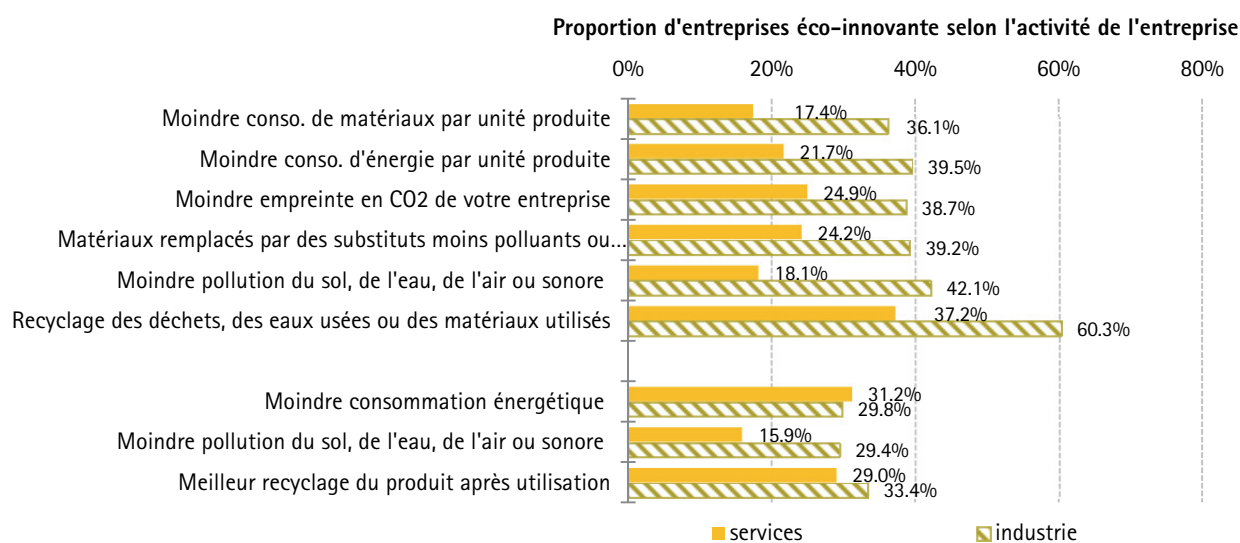
En ce qui concerne les technologies de «bout de chaîne» visant la diminution des effets négatifs pour l'environnement pendant et après la consommation des produits et services par les clients finals, une moindre consommation énergétique (31%) et un meilleur recyclage du produit après utilisation (30%) sont les objectifs les plus souvent cités.

Toutefois, les objectifs poursuivis principalement par les entreprises industrielles et dans les services sont très différents pour les objectifs assignés aux éco-innovation de processus et de façon plus nuancée pour les innovations visant les impacts environnementaux après la vente du produit ou du service. Si, pour les éco-innovations de «bout de chaîne» la diminution de la consommation énergétique reste un objectif partagé et prépondérant, ainsi que le recyclage après utilisation, en revanche, une moindre pollution du sol, de l'air et de l'eau n'est citée que par 16% des entreprises de service, contre 29% des entreprises industrielles. S'agissant du développement des éco-innovations à l'intérieur du processus de production, le recyclage des déchets est un objectif poursuivi par 60% des entreprises industrielles éco-innovantes (contre moins de 40% des entreprises de service) et les autres objectifs de diminution des pollutions ou des consommations sont cités par 39% à 40% des entreprises industrielles (contre 22% à 25% des entreprises de service).

¹ Echantillon représentatif des entreprises de plus de 10 salariés installées au Luxembourg. Les entreprises sont considérées comme innovantes quel que soit le type d'innovation considéré (innovation de produits, de procédés, changements organisationnels ou innovation marketing)

Figure 3: Objectif des éco-innovations développées

Source: Base fusionnée – ECI 2008, NAMEA, Répertoire des entreprises– calculs des auteures

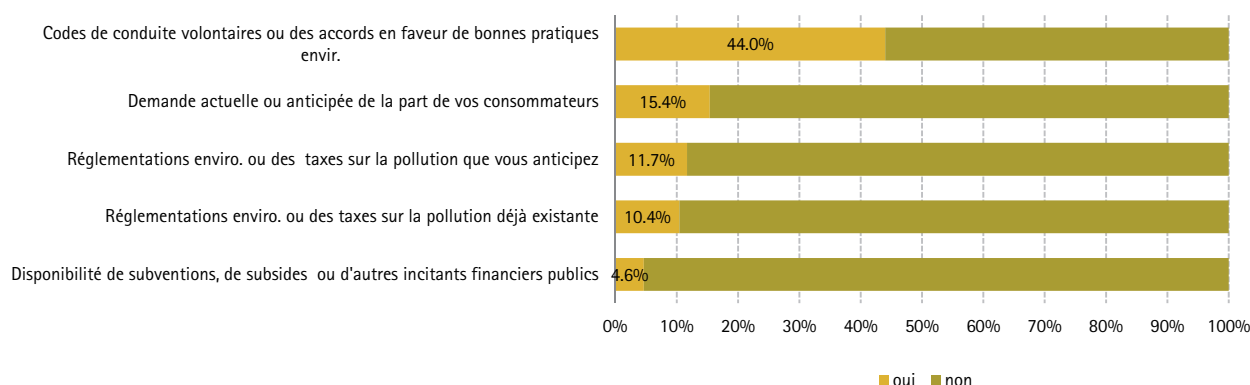
Figure 4: L'éco-innovation dans l'industrie et les services

Source: Base fusionnée – ECI 2008, NAMEA, Répertoire des entreprises– calculs des auteures

Origine de la démarche éco-innovante

Selon les entreprises interrogées, la motivation principale qui les a conduits à éco-innover est l'adoption volontaire d'un code de conduite ou d'accords en faveur de bonnes pratiques environnementales (44%). Les contraintes imposées

par la réglementation environnementale et les taxes sur la pollution existantes ou attendues n'interviennent que pour 10% respectivement 12% des entreprises éco-innovantes. Soit une motivation moins pressante que celle de la demande actuelle ou anticipée des clients (15%).

Figure 5: Incitations à l'éco-innovation

Source: Base fusionnée – ECI 2008, NAMEA, Répertoire des entreprises– calculs des auteures

Les informations provenant de la base de données CIS 2008 ont enfin été complétées en indiquant les résultats environnementaux issus des comptes NAMEA de la comptabilité nationale agrégées au niveau 3 de la nomenclature pour la branche à laquelle appartient l'entreprise considérée. La répartition des entreprises par branche dans la base finale est reprise dans le tableau suivant.

Tableau 1: Répartition des entreprises selon l'activité NAMEA dans la base finale
Nombre d'entreprises en %

Secteurs	
Produits d'extraction non énergétiques	1.18
Produits des industries agricoles et alimentaires	3.89
Produits de l'industrie textile et de l'habillement	1.01
Papiers et cartons; produits édités	3.55
Produits chimiques	1.52
Produits en caoutchouc ou en plastique	1.86
Autres produits minéraux non métallique	1.69
Produits de la métallurgie et du travail	6.42
Machines et équipements	2.70
Équipements électriques et électronique	3.21
Matériels de transport	1.52
Autres produits manufacturés	2.36
Production et distribution d'électricité, de gaz et de chaleur	1.18
Captage, traitement et distribution d'eau	0.68
Construction	0.34
Commerce de gros et intermédiaires du commerce	13.68
Transports et communications	17.74
Intermédiation financière	7.43
Assurance	1.18
Auxiliaires financiers et d'assurance	5.41
Activités informatiques	10.14
Services fournis principalement aux entreprises, R&D	8.45
Assainissement, voirie et gestion des déchets	2.53
Activités associatives	0.17
Activités récréatives, culturelles et sportives	0.17
Total	100

Source: Base fusionnée – ECI 2008, NAMEA, Répertoire des entreprises– calculs des auteures

4.3. Construction du modèle

Le modèle proposé s'attache donc à identifier trois séries de liens de causalités entre les quatre ensembles de variables du processus.

1. Dans une première série de liens, il s'agit de tester l'impact des différents objectifs assignés à l'innovation sur la mise en place d'innovations technologiques ou non technologiques. Rappelons qu'une éco-innovation est d'abord une innovation, partant, ses déterminants sont aussi ceux de l'innovation. Il est important de représenter les déterminants de l'innovation dans le modèle et de bien choisir les variables aptes à les représenter¹ afin d'analyser leur impact direct sur les types d'innovation mais aussi leur impact indirect sur l'éco-innovation comme le permet la méthode des moindres carrés partiels (MCP). Belin et al. (2011) notent que l'innovation est principalement guidée par deux déterminants: les conditions du marché d'une part et les capacités technologiques de l'entreprise, d'autre part. Les conditions du marché sont traduites par la volonté affichée par l'entreprise d'innover afin d'améliorer sa position concurrentielle. Les capacités technologiques de l'entreprise sont saisies à travers ses objectifs de développement et d'amélioration de ses produits et de ses services.

¹ Les dépenses de R&D sont souvent utilisées pour représenter l'un des principaux déterminants de l'innovation. Toutefois, les données disponibles ne permettent pas de distinguer la R&D dédiée à l'innovation de la R&D dédiée à l'éco-innovation.

2. La deuxième étape de recherche de causalités s'intéresse aux déterminants de l'éco-innovation dans le processus de production et de l'éco-innovation visant à rendre les produits et les services moins néfastes pour l'environnement lors de leur utilisation et de leur élimination.
3. Enfin, la dernière série de liens vise à mettre en évidence les causalités éventuelles entre ces éco-innovations et les performances économiques et environnementales telles qu'elles sont mesurées dans la base de données.

La méthode des MCP repose sur la construction de variables latentes représentant le phénomène sous-jacent non observable que l'on veut pourtant modéliser. Une ensemble d'indicateurs sont mobilisés pour décrire cette variable latente au moyen d'un construit qui représente la cause commune partagée par tous les indicateurs. Cette méthode présente plusieurs avantages par rapport aux régressions multiples ou aux méthodes d'analyse de la variance:

- elle permet de tester simultanément l'existence de relations causales entre plusieurs variables latentes explicatives et plusieurs variables latentes expliquées,
- elle permet aussi de tester la validité de construits latents, élaborés à partir de la combinaison de plusieurs items,
- enfin, la taille de l'échantillon nécessaire à l'estimation peut être très petite.

L'application de la régression MCP au traitement du modèle d'équations simultanées a été réalisée avec le logiciel SmartPLS (Ringle et al., 2006).

4.4. Résultats

La première partie du modèle consistait à mettre en évidence un lien éventuel entre les variables représentantes des déterminants de l'innovation et les différents types d'innovation.

Les hypothèses 1 et 2 sont validées. En effet, le déploiement d'un processus d'innovation par l'entreprise vise d'abord à améliorer sa situation concurrentielle quel que soit le type d'innovation considéré (technologique ou organisationnelle) et à développer de nouveaux produits, ou améliorer ses produits actuels ou la qualité de ses services. Ce second objectif augmente plus particulièrement la probabilité de développer des innovations

technologiques. Ainsi, la possibilité d'exporter et donc de conquérir de nouveaux marchés est un déterminant de l'innovation comme le suggèrent Mazzanti et al (2010) et, plus généralement, les conditions du marché sont des déterminants majeurs de l'innovation ce qui confirme les résultats de Belin et al. (2011).

La seconde partie de la modélisation entendait expliciter les déterminants de l'éco-innovation. L'importance du contexte législatif est réaffirmée à la suite de nombreuses études empiriques: Belin et al(2011), Ambec et al. (2008), Jeff et Palmer (1997), Frondel et al. (2007) Del Rio et Gonzalez(2005) Kesidou & Demirel (2012)) qui soutiennent que le cadre réglementaire est le facteur déterminant du comportement «green innovator» des entreprises. Ainsi, l'hypothèse 3 sous-tendue par l'hypothèse de Porter est confirmée et le cadre réglementaire influe fortement sur le comportement éco-innovateur des entreprises et ce que ce soit lors du processus de production ou bien lorsque le bienfait environnemental est destiné au consommateur final comme pour la France et l'Allemagne (Belin et al. 2011) et comme le laissaient entendre les estimations économétriques conduites sur données luxembourgeoises par Groff et Nguyen (2012). En revanche, ce résultat contredit Kammerer (2009) pour lequel l'impact de la régulation varie selon le but recherché de l'éco-innovation. De même que le modèle ne retient aucune source d'information comme jouant un rôle probant sur le comportement éco-innovateur des entreprises.

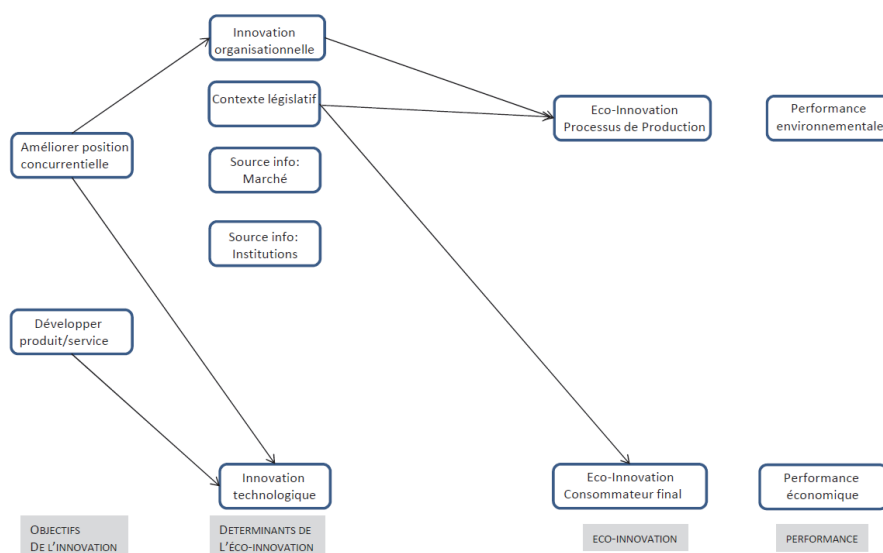
Finalement, certains types d'expériences d'innovation accumulées rendent les entreprises plus propices au développement de technologies propres. Conformément au résultat de Mazzanti & Zoboli (2006), l'innovation organisationnelle est fortement corrélée avec l'éco-innovation technologique. Les hypothèses 5a et 5c sont donc validées, toutefois, l'innovation technologique n'a pas d'impact sur la pratique de l'éco-innovation quel que soit le type considéré. Cela conforte le rôle complémentaire attribué à l'innovation organisationnelle qui assure de retirer les pleins bénéfices de la mise en place de tout autre type d'innovation y-compris des éco-innovations. De plus, Mazzanti et Zoboli 2009, et Cainelli et al. 2010 montrent que plus une entreprise est décentralisée et plus le processus d'éco-innovation est facilité.

La dernière partie du modèle proposé s'attache à mettre en évidence l'impact direct de l'éco-innovation sur la performance environnementale du secteur ou la performance économique de l'entreprise. Néanmoins, le modèle ne permet pas de soutenir les hypothèses 6a

à 6c. Plusieurs raisons peuvent être invoquées pour expliquer cet échec relatif. D'une part, comme le montre Horbach et al. (2011), dans la majorité des cas, les entreprises ayant éco-innové n'observent, pas de différences en matière de réduction des coûts, de chiffre d'affaires ou encore d'emploi et d'ailleurs, ce ne sont pas les objectifs premiers assignés à cette démarche. D'autre part, et de façon corollaire, Ambec

et al. (2008) ont montré que l'éco-innovation s'impose d'abord par la réglementation et se traduit ensuite par une baisse de la performance. Enfin, comme il a été déjà signalé, la dilution des effets dans le temps ainsi que leur diffusion à travers des bénéficiaires autres que l'éco-innovateur rendent mal aisée la saisie du phénomène dans un modèle construit sur des observations individuelles.

Figure 6: Les hypothèses validées



Source: Schéma élaboré par les auteures à partir de l'outil SmartPLS

Tableau 2: Synthèse des résultats des hypothèses testées – Coefficients et significativité des trajectoires

Hypothèse	Trajectoire	Coefficient	T-student	
H1				
a	Améliorer la situation concurrentielle → Innovation technologique	0.37	4.01	Validée
b	Améliorer la situation concurrentielle → Innovation organisationnelle	0.37	2.05	Validée
H2				
	Développer produit/service → Innovation technologique	0.45	2.61	Validée
H3				
a	Contexte législatif → Eco-Innovation: Processus de production	0.43	3.95	Validée
b	Contexte législatif → Eco-Innovation: Consommateur final	0.41	3.06	Validée
H4				
a	Source d'info: Marché → Eco-Innovation: Processus de production	0.14	0.87	Non
b	Source d'info: Marché → Eco-Innovation: Consommateur final	0.10	0.52	Non
c	Source d'info: Institutions → Eco-Innovation: Processus de production	0.01	0.01	Non
d	Source d'info: Institutions → Eco-Innovation: Consommateur final	-0.01	0.07	Non
H5				
a	Innovation organisationnelle → Eco-Innovation: Processus de production	0.19	1.85	Validée Au seuil de 10%
b	Innovation organisationnelle → Eco-Innovation: Consommateur final	0.13	1.23	Non
c	Innovation technologique → Eco-Innovation: Processus de production	0.14	0.84	Non
d	Innovation technologique → Eco-Innovation: Consommateur final	0.03	0.19	Non
H6				
a	Eco-Innovation: Processus de production → Performance économique	0.01	0.05	Non
b	Eco-Innovation: Processus de production → Performance environnementale	0.01	0.03	Non
c	Eco-Innovation: Consommateur final → Performance économique	-0.08	0.49	Non
d	Eco-Innovation: Consommateur final → Performance environnementale	0.09	0.64	Non

Source: Base fusionnée – ECI 2008, NAMEA, Répertoire des entreprises– calculs des auteures

4.5. Limites et conclusions

L'éco-innovation est un concept récent et la littérature encore peu abondante s'est développée notamment après C. Fussler and P. James (1996), dont le livre est le premier à aborder cette thématique.

L'estimation utilise les données recueillies lors d'une seule vague des enquêtes communautaires sur l'innovation conduites au Luxembourg, celle conduite en 2010 et portant sur les activités d'innovation déployées dans les entreprises entre 2006 et 2008. Ainsi, il n'est pas possible d'étudier l'évolution d'un phénomène en plein essor. Une seconde limite provient de l'absence de certaines variables dont le rôle est sans doute essentiel. Ainsi, par exemple, les mesures des intrants de l'éco-innovation sont restreintes. Il est possible de connaître les dépenses de R&D des entreprises mais il n'est pas possible de distinguer parmi elles, celles qui sont destinées à l'innovation ou à l'éco-innovation, ou encore celles qui sont exposées en vue de réduire les émissions, pour améliorer le processus et diminuer les coûts ou encore pour créer de nouveaux produits «eco-friendly» comme les définissait Grubb et Ulph (2002). De même les mesures des résultats de l'éco-innovation à travers par exemple des brevets éco-innovants ou encore, des mesures des réductions des dommages causés à l'environnement ne sont pas accessibles dans cette enquête. Malgré ses limites, cette approche à caractère exploratoire et s'appuyant sur les techniques d'estimation des moindres carrés partiels a permis d'élaborer et de tester un ensemble de causalités dans le contexte du développement des activités innovantes à caractère environnemental des entreprises.

Les résultats confirment l'impact différencié et significatif joué par les conditions de marché révélées à travers les objectifs initiaux assignés aux innovations technologiques et non technologiques. Un aspect important de l'éco-innovation tient au rôle spécifique du contexte réglementaire et des incitations politiques. Le modèle confirme leur impact positif et leur caractère de facteur clé dans le développement des éco-innovations. En revanche, le modèle échoue à mettre en évidence un quelconque lien de causalité entre innovation et performance économique et environnementale. D'une part, la tentative d'incorporer au moins un décalage temporel ne suffit pas à corriger l'imperfection des mesures utilisées. D'autre part, il faut convenir que la spécification proposée est peu satisfaisante.

En effet, elle tend à rechercher un effet global, les «performances environnementales», à partir de caractéristiques et de comportements individuels. De plus, puisque les effets sur l'environnement sont des externalités négatives, leur internalisation pourrait bien générer des coûts supérieurs aux bénéfices récupérables par leur producteur, comme la plupart des innovations. A fortiori si, comme l'a montré Rennings (2000), le consentement à payer des consommateurs pour une amélioration environnementale est trop faible expliquant l'absence d'impact positif sur la performance économique des firmes. Cette mauvaise spécification peut aussi provenir d'une réelle absence de causalité ou, si l'on suit Mazzanti et Zoboli (2009), d'une causalité inverse dans laquelle ce serait plutôt la performance de l'entreprise qui aurait un impact sur le comportement d'innovation (dans cette hypothèse la causalité qui est testée dans le modèle n'existe pas).

4.6. Annexes

4.6.1 Définition des construits

Etape 1: décrire les objectifs de l'innovation:

L'entreprise vise à améliorer sa position concurrentielle...

- par l'entrée sur de nouveaux marchés
- par l'accroissement de sa part de marché
- en créant de nouvelles possibilités d'export
- par la diminution des coûts unitaires

L'entreprise vise d'abord le développement de son offre de produits et services...

- par l'élargissement de la gamme de biens ou de services offerts
- par l'amélioration de la qualité des biens ou des services offerts
- en remplaçant les produits ou procédés obsolètes

Etape 2: définir les déterminants de l'éco-innovation

Le contexte législatif, c'est-à-dire:

- les réglementations environnementales et les taxes sur la pollution déjà existantes
- les réglementations environnementales ou les taxes sur la pollution dont l'entreprise anticipe la mise en place

Les sources d'information mobilisées pour les nouveaux projets d'innovation:

Les sources issues du marché, c'est-à-dire:

- l'entreprise a recours à ses fournisseurs d'équipements, de matériel, de composants ou de logiciels pour s'informer,
- l'entreprise a recours à ses clients pour s'informer,
- l'entreprise a recours à ses concurrentes ou autres entreprises de son secteur pour s'informer,
- l'entreprise a recours à des consultants, des laboratoires commerciaux ou privés ou des instituts de R&D pour s'informer.

Les informations provenant des institutions, c'est-à-dire:

- l'entreprise a recours aux universités ou établissements d'enseignement supérieur pour s'informer,
- l'entreprise a recours aux instituts publics de recherche pour s'informer.

Les innovations organisationnelles déjà introduites dans l'entreprise, telles que:

- De nouvelles pratiques dans l'organisation du travail ou de nouvelles procédures (p.ex. supply chain management, business re-engineering, gestion des connaissances, lean production, gestion de la qualité, systèmes de formation, etc.)
- De nouvelles méthodes d'organisation du travail pour répartir les responsabilités et la prise de décisions (p.ex. première implémentation d'un nouveau système de responsabilisation des employés, travail en équipe, décentralisation, intégration ou séparation de départements, systèmes de formation, etc.)
- De nouvelles méthodes d'organisation des relations extérieures avec d'autres firmes ou institutions publiques (p.ex. première conclusion d'alliance, de partenariat, sous-traitance, etc.)

Les innovations technologiques déployées dans l'entreprise par le passé:

- Des produits nouveaux ou améliorés de manière significative (à l'exclusion de la simple revente de nouveaux produits achetés à d'autres entreprises et des modifications exclusivement esthétiques)
- De nouveaux services ou des services améliorés de manière significative
- Des nouveautés ou des améliorations significatives de vos procédés de fabrication ou de production de produits ou de services
- Des nouveautés ou des améliorations significatives de vos méthodes de logistique, de fourniture ou distribution de matières premières, produits ou services
- Des nouveautés ou des améliorations significatives de vos activités de soutien pour vos procédés, comme des systèmes de maintenance ou des opérations d'achat, de comptabilité,...

Etape 3: construire la variable latente «éco-innovation»

L'éco-innovation qui modifie l'impact du processus de production

- Moindre consommation de matériaux par unité produite
- Moindre consommation d'énergie par unité produite
- Moindre empreinte en CO₂ (production totale de CO₂) de votre entreprise
- Matériaux remplacés par des substituts moins polluants ou moins dangereux
- Moindre pollution du sol, de l'eau, de l'air ou sonore
- Recyclage des déchets, des eaux usées ou des matériaux utilisés

L'éco-innovation qui modifie l'impact des produits et services dans leur phase d'utilisation et de destruction

- Moindre pollution du sol, de l'eau, de l'air ou sonore dû à l'utilisation par le consommateur final
- Meilleur recyclage du produit après utilisation dû à l'utilisation par le consommateur final

Etape 4: mesurer l'impact sur la performance économique et environnementale

Performance environnementale

- Taux de croissance des émissions de méthane (CH₄) dans le secteur, 3 ans après la décision d'éco-innover par l'entreprise (en classes).
- Taux de croissance des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) dans le secteur, 3 ans après la décision d'éco-innover par l'entreprise (en classes).
- Taux de croissance des émissions de protoxyde d'azote (N₂O) dans le secteur, 3 ans après la décision d'éco-innover par l'entreprise.

Performance économique

- Taux de croissance de l'emploi dans l'entreprise, 3 ans après la décision d'éco-innover par l'entreprise (en classes).
- Taux de croissance du chiffre d'affaire dans l'entreprise, 3 ans après la décision d'éco-innover par l'entreprise (en classes).

4.6.2 Nomenclature NAMEA

level_3	nace_REV1_1	niveau
1	01;02;05	Agriculture, chasse et sylviculture; pêche et aquaculture (A+B)
2	10;11;12	Produits d'extraction énergétiques (CA)
3	13;14	Produits d'extraction non énergétiques (CB)
4	15;16	Produits des industries agricoles et alimentaires (DA)
5	17;18	Produits de l'industrie textile et de l'habillement (DB)
6	19	Cuirs, articles de voyage, chaussures (DC)
7	21;22	Papiers et cartons; produits édités, imprimés ou reproduits (DE)
8	23	Produits de la cokéfaction, du raffinage et des industries nucléaires (DF)
9	24	Produits chimiques (DG)
10	25	Produits en caoutchouc ou en plastique (DH)
11	26	Autres produits minéraux non métalliques (DI)
12	27;28	Produits de la métallurgie et du travail des métaux (DJ)
13	29	Machines et équipements (DK)
14	30;31;32;33	Équipements électriques et électroniques (DL)
15	34;35	Matériels de transport (DM)
16	20;36;37	Autres produits manufacturés (20+36+37) *inclus 20= DD
17	40	Production et distribution d'électricité, de gaz et de chaleur (40)
18	41	Captage, traitement et distribution d'eau (41)
19	45	Construction (F)
20	50	Commerce et réparation automobile (50)
21	51	Commerce de gros et intermédiaires du commerce (51)
22	52	Commerce de détail et réparation d'articles domestiques (52)
23	55	Services d'hôtellerie et de restauration (H)
24	60;61;62;63;64	Transports et communications (I)
25	65	Intermédiation financière (65)
26	66	Assurance (66)
27	67	Auxiliaires financiers et d'assurance (67)
28	70	Activités immobilières (70)
29	71	Location sans opérateur (71)
30	72	Activités informatiques (72)
31	73;74	Services fournis principalement aux entreprises, R&D (73+74)
32	75	Services d'administration publique (L)
33	80	Éducation (M)
34	85	Services de santé et d'action sociale (N)
35	90	Assainissement, voirie et gestion des déchets (90)
36	91	Activités associatives (91)
37	92	Activités récréatives, culturelles et sportives (92)
38	93	Services personnels (93)
39	95	Services domestiques (P)

4.7. Références

- AMBEC, S., & LANOIE, P. (2009). Performance environnementale et économique de l'entreprise. *Économie & prévision*. Retrieved from http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=ECOP_190_0071
- ARUNDEL A. and KEMP R. (2009). Measuring eco-innovation. UNI-MERIT Research Memorandum, 2009-017
- BELIN, J., HORBACH, J., & OLTRA, V. (2011). Determinants and Specificities of Eco-innovations – An Econometric Analysis for the French and German Industry based on the Community Innovation Survey n ° 2011-17. Contract.
- BORGHESI, S., CAINELLI, G., & MAZZANTI, M. (2012). Environmental innovations in the Italian industry: Policy and sector effects. 2012 9th International Conference on the European Energy Market, (3), 1-6. doi:10.1109/EEM.2012.6254661
- CAINELLI, G., MARIN, G., & MAZZANTI, M. (2010). Environmental Efficiency Micro and sector studies from Italy.
- CAINELLI, G., MAZZANTI, M., & ZOBOLI, R. (2010). Complementarity in eco-innovation : concepts and empirical measurement. *Sustainable Development*, 1-33.
- DEL RIO GONZALEZ, P. (2009), The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: A research agenda, *Ecological Economics* 68 (2009), 861-878
- FOXON, T., & KEMP, R. (2007). Typology of eco-innovation. Framework (pp. 1-24).
- FRONDEL, M., HORBACH, J., & RENNINGS, K. (2007). End-of-pipe or cleaner production? An empirical comparison of environmental innovation decisions across OECD countries. *Business Strategy and the ...*, 584(December 2004), 571-584. doi:10.1002/bse
- GALLAUD D., MARTIN M., REBOUD S., TANGUY C. (2012) La relation entre innovation environnementale et réglementation: une application au secteur agroalimentaire français. *Innovations* 2012/1 n°37 pp.155-175.
- GROFF, J., & NGUYEN THI, T. U. (2012). Motivations à l'éco-innovation : une comparaison sectorielle sur les entreprises au Luxembourg. Retrieved from <http://ideas.repec.org/p/irs/cepswp/2012-11.html>
- GRUBB, M., & ULPH, D. (2002). Energy, the environment, and innovation, 18(1).
- HORBACH, J., RAMMER, C., & RENNINGS, K. (2011). Determinants of Eco-innovations by Type of Environmental Impact The Role of Regulatory Push / Pull , Technology Push and Market Pull Determinants of Eco-innovations by Type of Environmental Impact The Role of Regulatory Push / Pull , Technology Push and M.
- JAFFE, A., & PALMER, K. (1997). Environmental regulation and innovation: a panel data study. *Review of Economics and Statistics*. Retrieved from <http://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/003465397557196>
- Kammerer, D. (2008). Determinants of Environmental Product Innovation: A Comparative Study on Manufacturers of Electrical and Electronic Appliances in Germany and California. Retrieved from <http://en.scientificcommons.org/44011816>
- KAMMERER, D. (2009), The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation. Empirical evidence from appliance manufacturers in Germany, *Ecological Economics*, Vol. 68, 2285-2295.
- KESIDOU, E., & DEMIREL, P. (2012). On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK. *Research Policy*, 41(5), 862-870. doi:10.1016/j.respol.2012.01.005
- LANGER, W. (2012) Workshop Soft Modeling of Structural Equations with SmartPLS: Statistical Basics and Applications (presentation notes)

LANOIE, P., LAURENT-LUCCHETTI, J., JOHNSTONE, N., AMBEC, S., CANADA, B., CHABOT, R., & THORNTON, G. (2007). Environmental Policy , Innovation and Performance : New Insights on the Porter Hypothesis.

MAZZANTI, M., & ZOBOLI, R. (2009). Embedding environmental innovation in local production systems: SME strategies, networking and industrial relations: evidence on innovation drivers in industrial districts. *International Review of Applied Economics*, 23(2), 169–195. doi:10.1080/02692170802700500

OCDE et Eurostat (2005), Manuel d'Oslo: Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation.

OCDE (2010) L'éco-innovation dans l'industrie: Favoriser la croissance verte

REHFELD K., K. RENNINGS and A. ZIEGLER (2007), Determinants of Environmental Product Innovations and the Role of Integrated Product Policy – An Empirical Analysis, *Ecological Economics*, Vol. 61, 91–100.

Tenenhaus M. (1998) La regression PLS: théorie et pratique, Editions Technip, Paris.

WAGNER, M., (2007) On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: evidence from German manufacturing firms. *Research Policy* 36 (10), 1587–1602.

WAGNER, M., (2008) Empirical influence of environmental management on innovation: evidence from Europe. *Ecological Economics* 66 (2–3), 392–402.