



Munich Personal RePEc Archive

ICT, Innovation and perceived effects in Luxembourgish firms.

Ben aoun, Leila and Dubrocard, Anne

CRP Henri Tudor, STATEC, Observatoire de la Compétitivité du
Grand Duché du Luxembourg

December 2010

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/28375/>

MPRA Paper No. 28375, posted 25 Jan 2011 00:50 UTC

TIC, innovation et effets perçus dans les entreprises luxembourgeoises

Auteur: Leila BEN AOUN¹
Anne DUBROCARD¹
CRP Henri Tudor² &
STATEC³ & Observatoire
de la Compétitivité⁴

Résumé

La mise en relation des comportements en matière d'équipement et d'utilisation des technologies de l'information avec les capacités d'innovation des entreprises conduit à remarquer une nouvelle fois la forte dualité du tissu économique luxembourgeois. En effet, les entreprises les plus intensives en TIC sont aussi celles qui sont les plus "intensives en innovation": elles innovent plus fréquemment et combinent plusieurs types d'innovation. Toutefois, les capacités d'innovation semblent plus particulièrement liées à certains types d'équipements ou combinaisons d'équipements. Enfin, toutes les combinaisons d'innovation ne produisent pas des effets positifs. Plus précisément, les impacts attendus de chaque type d'innovation sont pleinement atteints lorsque la combinaison déployée allie au moins une innovation en produit et un changement organisationnel. Cette description des comportements des entreprises en matière d'innovation et d'usage des TIC est obtenue au moyen d'une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) appliquée à l'échantillon d'entreprises issues des enquêtes communautaires sur l'Innovation (CIS 2006) et sur les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC 2007).

¹ Les auteures sont chercheuses au CRP Henri Tudor et travaillent dans le cadre du partenariat de recherche établi depuis 2005 avec l'Observatoire de la Compétitivité du Ministère de l'Economie et du Commerce extérieur et le Statec. Les auteures expriment leurs remerciements à Guillaume Ollier pour sa lecture attentive et ses commentaires avisés.

E-mail: leila.benaoun@statec.etat.lu ,
leila.benaoun@tudor.lu

E-mail:
anne.dubrocard@statec.etat.lu ,
anne.dubrocard@tudor.lu

² Centre de Recherche Publique - Henri Tudor – 29, avenue John F. Kennedy – L-1855 Luxembourg

³ STATEC - Service central de la statistique et des études économiques, P.B. 304, L-2013 Luxembourg

⁴ Observatoire de la Compétitivité - Ministère de l'Economie et du Commerce extérieur - DG de la compétitivité, de la recherche et de l'innovation -19-21, boulevard Royal, L-2914 Luxembourg

1. Introduction

La comptabilité de la croissance comme les évidences économétriques suggèrent que le rôle des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur la productivité est plus important que ne l'aurait laissé supposer la théorie néoclassique standard. Comme le soulignent Draca et alii (2009), le Paradoxe de Solow ne tient plus. En particulier, dans le modèle standard, les externalités liées aux facteurs de production sont « capturées » dans le résidu conduisant à sous-estimer leur contribution respective à la croissance de la productivité. Or, ces externalités sont cruciales pour ce qui concerne les investissements dans les TIC. En effet, outils de mise en relation et d'échange, les TIC améliorent la coopération et la diffusion d'information. Ces caractéristiques ont conduit à s'intéresser aux mécanismes d'adoption et de diffusion des technologies de l'information et de la communication [Battisti and Stoneman, 2003, 2005 ; Bocquet and Brossard, 2007; Hollenstein, 2004] et plus précisément aux liens entre ces technologies et les capacités d'innovation des firmes.

Une première étude conduite en 2009 sur données Luxembourgeoise (Ben Aoun Dubrocard 2009) dans le cadre du groupe de travail de l'OCDE avait permis de conclure à une relation positive entre l'utilisation des Technologies de l'Information et des Communications (TIC) et la propension à innover. Toutefois, les résultats de l'estimation d'un modèle Probit avec effets aléatoires corrigeant l'endogénéité des variables TIC montrait également que cette relation dépend de l'intensité d'utilisation des TIC et de la nature de l'innovation considérée.

A l'instar de Abello et Pritchard 2008 pour l'Australie, il apparait que différents équipements et usages ont des effets distincts sur chaque type d'innovation. Le modèle CDM étendu à l'usage des TIC proposé par Nguyen Thi et Martin (2009) sur données luxembourgeoises confirme le lien positif entre certains équipements et les capacités d'innovation des firmes. Mais les résultats confirment également que tous les investissements TIC ne produisent pas des effets équivalents sur l'augmentation de la capacité d'innovation. Du fait des spécificités des entreprises au Luxembourg et de la petite

taille du pays certaines variables tendent à absorber toute l'hétérogénéité.

Aussi, un détour s'impose pour identifier les différentes modalités des combinaisons d'équipements techniques comme des combinaisons d'innovations afin de caractériser les firmes intensives en équipement TIC et les combinaisons de TIC qu'elles utilisent d'une part et les combinaisons d'innovations et leurs effets en terme de performance d'autre part. A cette fin, l'approche proposée ici abandonne provisoirement l'estimation économétrique et la recherche d'un lien de causalité et adopte les outils de l'analyse de données. L'Analyse en Correspondances Multiples¹ (ACM) s'avère la mieux adaptée pour à la fois pallier à l'étroitesse de l'échantillon de données et à la fois permettre d'identifier un lien éventuel entre différents processus d'innovation déployés par les entreprises et leurs comportements en matière d'équipement et d'usage des TIC. Ce choix méthodologique est également guidé par les limites atteintes lors des travaux antérieurs. Ben Aoun & Dubrocard, 2009 puis Martin & Thuc Nguyen, 2009 ont proposées plusieurs approches paramétriques visant à intégrer les variables TIC pour expliquer la propension à innover. Les résultats obtenus sont similaires à Abello et Pritchard 2008 et suggèrent que différents équipements TIC influent différemment selon le type d'innovation considéré. Plutôt que d'identifier l'impact d'une technologie particulière sur un type d'innovation, il s'agit ici de vérifier l'hypothèse d'une relation entre un ensemble de TIC et d'usages et une des 16 combinaisons d'innovations observables dans l'échantillon.

L'analyse des correspondances multiples a permis, à partir de l'analyse des corrélations, d'identifier les variables et combinaisons de variables qui discriminent le mieux les observations. Les résultats obtenus sont utiles à la construction d'indicateurs composites empiriquement fondés qui pourraient être intégré dans un modèle économétrique. La description approfondie de l'échantillon permet de confirmer l'existence d'une relation entre intensité d'utilisation des équipements et intensité des capacités d'innovation avec une caractérisation plus fine des entreprises intensives en TIC d'une part et une meilleure compréhension des combinaisons d'innovations et de leurs effets.

¹ Voir note méthodologique en annexe 2

Les données utilisées sont issues de la fusion entre deux enquêtes. L'enquête communautaire sur l'utilisation des technologies de l'information et de la communication et du commerce électronique dans les entreprises (TIC) en 2007 et de l'enquête communautaire sur l'innovation (Community Innovation Survey) 2004-2006 qui collecte des données sur les inputs et outputs de l'innovation et des processus de l'innovation. Ces deux enquêtes sont faites sur des échantillons représentatifs d'entreprises, cependant la fusion des deux bases de données ne permet pas de conserver cette représentativité.

Dans ce qui suit, nous décrivons d'abord brièvement notre échantillon puis la diffusion des TIC et de l'innovation dans cet échantillon. Dans un second temps, nous observerons le lien entre TIC et innovation. Enfin nous qualifierons les impacts des différentes combinaisons d'innovation.

1.1 Caractéristiques des entreprises

L'enquête communautaire sur l'utilisation des technologies de l'information et de la communication et du commerce électronique dans les entreprises en 2007 (Enquête TIC dans la suite du texte), est une enquête conduite chaque année au Luxembourg depuis 2002. L'échantillon représentatif des entreprises de plus de 10 employés comporte environ 2000 entreprises et couvre la plupart des secteurs d'activités¹. Le questionnaire vise à caractériser les entreprises selon les technologies de l'information et de la communication dont elles sont dotées et dont elles font usage. Cela concerne l'accès aux ordinateurs, à internet et leurs utilisations notamment pour le commerce électronique et dans les réseaux.

Par ailleurs, l'enquête communautaire sur l'innovation (CIS dans la suite du texte) a été

menée à cinq reprises depuis 1992 au Luxembourg. L'échantillon couvre les entreprises de plus de 10 employés et certains secteurs d'activités seulement². Le questionnaire recueille des données relatives aux déterminants et aux résultats de l'innovation technologique et non technologique au sens des définitions du manuel d'Oslo.

Les deux enquêtes sont coordonnées par Eurostat et les échantillons stratifiés selon la nomenclature d'activités de la NACE et la taille des entreprises. Les informations recueillies fournissent des statistiques harmonisées pour l'ensemble des pays européens à la fois sur les processus d'innovation et sur les comportements d'adoption en matière de technologies de l'information et de la communication.

Ces enquêtes CIS 2006 et TIC 2007 ont été fusionnées pour constituer la base de données utilisée ici. Cette base de données comporte 349 observations. Les entreprises sont décrites par leur taille en nombre d'employés, leur secteur d'activités, leur âge, leur marché principal et leur appartenance à un groupe³.

La projection de ces données fait apparaître deux pôles regroupant des entreprises aux caractéristiques très distinctes.

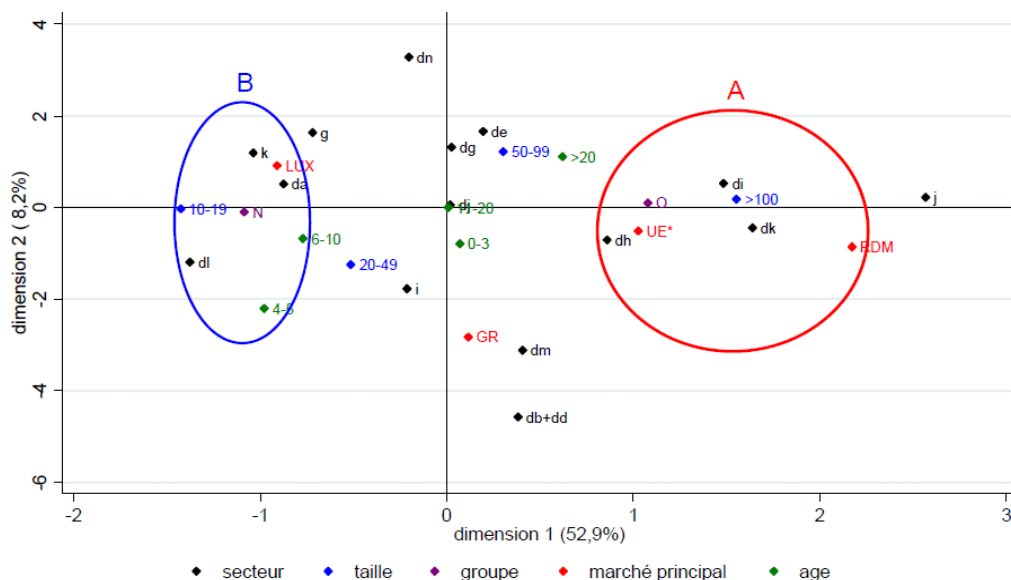
Le premier pôle [**Groupe A**] regroupe des entreprises plutôt grandes (plus de 100 employés) relativement anciennes et qui, le plus souvent, appartiennent à un groupe. Le marché principal de ce groupe d'entreprises est plutôt situé en dehors du Luxembourg, en Europe ou dans le reste du monde. Ce groupe est davantage présent dans les secteurs de l'industrie du caoutchouc et des plastiques, de la fabrication d'autres produits minéraux non métalliques, et de la fabrication de machines et équipements (dh, di, dk), et principalement dans les activités financières pour ce qui concerne les activités de services (j).

¹ Branches d'activités couvertes dans l'enquête TIC 2007: Divisions: 10-33, 35-39, 41-43, 45-47, 49-53, 55-56, 58-63, 69-74, 77-82; Groupes: 65.1, 65.2; Classes: 64.19, 64.92, 66.12, 66.19 de la Nace Rev.2. Toutefois, le secteur financier n'est pas soumis à la partie commerce électronique du questionnaire.

² CIS 2006 couvre les sections B à E, H, K et les divisions 46, 58, 61, 62, 63 et 71 de la NACE Rev.2

³ Toutes les statistiques croisées ont été testées par un test de Chi2. La perception du degré de concurrence sur le marché n'a pas été retenue car elle n'est pas statistiquement significative pour notre échantillon

Graphique 1: Caractéristiques des entreprises de l'échantillon



Le second groupe [Groupe B] est constitué d'entreprises de plus petite taille (10 à 19 employés) assez jeunes ne faisant pas partie d'un groupe et essentiellement concentrées sur le marché luxembourgeois. Ces entreprises sont surreprésentées dans les secteurs des industries agricoles et alimentaires et de la fabrication d'équipements électriques et électroniques (da, dl). Dans les activités de services elles sont plus nombreuses dans le commerce; la réparation automobiles et d'articles domestiques (g) et dans le secteur immobilier, location et services aux entreprises (k).

Ces premiers résultats montrent que – quoique non représentatif - l'échantillon reste cohérent avec les conclusions habituelles des descriptions statistiques des entreprises luxembourgeoises (Asikainen A.L & Dubrocard A. 2008). Les résultats des analyses des équipements et des capacités d'innovation présentés conservent donc une portée assez générale.

1.2 Les technologies de l'information et des communications

Certaines technologies très répandues au Luxembourg comme dans beaucoup de pays industrialisés ne permettent pas de discriminer les entreprises. En effet, 97% des entreprises de notre échantillon ont un réseau local (LAN), 95% échangent des courriers électroniques et seulement 16% d'entre elles utilisent encore un modem. Le fait de posséder un site web est également de plus en plus répandu et 7 entreprises sur 10 de notre échantillon en sont dotées. En revanche, des outils tels que le calendrier électronique, l'extranet, le gestionnaire de projet de groupe ou l'utilisation de logiciels open source sont beaucoup moins fréquents. Les taux de pénétration pour chaque équipement sont repris dans le tableau ci-après pour notre échantillon particulier et pour l'échantillon représentatif de l'enquête TIC 2006.

Les résultats de l'analyse en correspondances multiples réalisée sur les données décrivant les équipements TIC sont présentés dans le Graphique 2.

Table 1: Equipment et utilisation des TIC par notre échantillon:

	Obs	Echantillon (%)	Population [*] (%)
LAN (Local Area Network)	349	97	99
Courrier électronique	349	95	93
Connexion DSL	349	74	74
Site web	349	70	66
Calendrier électronique	348	42	30
Extranet	348	37	28
Connexion Mobile	349	29	21
Gestionnaire de projet de groupe	348	28	15
Connexion ISDN	349	28	28
Logiciel libre	348	26	14
Signature digitale	349	22	14
Visioconférence	348	20	9
Forum	348	19	9
Modem	349	16	14

* Source : Les chiffres sont issus de la publication: les TIC en 2006, numéro 1-2007, STATEC.

La lecture du graphique confirme deux évidences.

- D'une part, les TIC telles que le LAN, l'e-mail ou la connexion ISDN, sont devenues des technologies « communes » et ne permettent de caractériser aucun des deux groupes que nous avons distingués précédemment. De plus, les entreprises qui adoptent ces technologies n'adoptent pas forcément les autres technologies moins courantes considérées.
- D'autre part, la visio/vidéoconférence, l'utilisation d'un gestionnaire de projet de groupe ou d'un calendrier électronique dont l'usage est moins répandu, sont l'apanage des entreprises du groupe A¹.

En définitive, la polarisation des entreprises constatée précédemment se superpose à celle des TIC adoptées : le groupe B est plus faiblement équipé en TIC que la moyenne de notre échantillon tandis que le groupe A d'entreprises caractérisées par un grand nombre d'employés ouvertes à l'international, et plutôt anciennes adoptent plus souvent que la

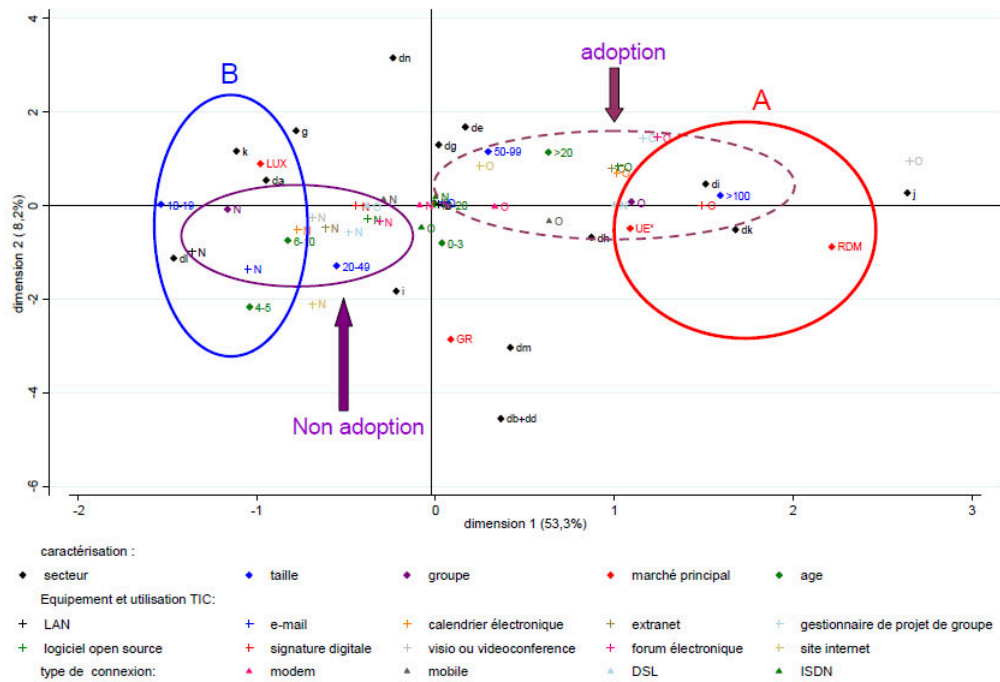
moyenne de l'échantillon des TIC - et plus particulièrement des TIC « avancées ».

Plus précisément, le fait de disposer d'un modem ou bien d'un réseau local ou encore d'utiliser le courrier électronique est très peu discriminant du fait du niveau de pénétration très élevé de ces équipements. En revanche, en janvier 2007, certaines technologies considérées encore à l'heure actuelle comme « avancées » sont plutôt des particularités des entreprises plus importantes (plus de 50 employés), plus anciennes (plus de 10 ans) et travaillant sur des marchés plus éloignés (Europe hors Grande Région et reste du monde). En effet, les entreprises du groupe A sont 80% à utiliser le calendrier électronique contre seulement 38.9% pour le reste de notre échantillon. Par ailleurs, elles sont encore 72% à avoir déployé un gestionnaire de projet (vs 24.6%) la visio/vidéoconférence (80% vs 15.3%), ou encore les forums électroniques (44% vs 16.8%). Enfin, elles disposent plus souvent d'une connexion internet mobile (respectivement 40% vs 28.3%) et d'un extranet (76% vs 34%) - technologies moins répandues et caractéristiques des entreprises les plus intensives en technologies de l'information.

¹ On rappelle que le groupe A est principalement constitué par des entreprises anciennes, de plus de 100 employés, faisant partie d'un groupe et ayant pour marché principal l'Europe hors Grand Duché et le reste du monde.

6

Graphique 2 Adoption des TIC par les entreprises*



* Chaque technologie est repérable par une couleur, le « N » signifie « ne pas être équipé ou ne pas utiliser la technologie mentionnée », tandis que le « O » signifie « être équipé ou utiliser la technologie mentionnée ».

1.3 L'innovation selon notre échantillon

Le manuel d'Oslo qui est la référence internationale pour définir l'innovation recense quatre types d'innovation :

- l'innovation en produit ou service¹
- l'innovation en procédé
- l'innovation organisationnelle
- l'innovation marketing

A partir de cette catégorisation, 16 combinaisons d'innovation sont possibles, depuis l'entreprise non innovante quelque soit le type d'innovation considéré à l'entreprise combinant tous les types d'innovation. L'importance de chaque combinaison présente dans l'échantillon est reprise dans le tableau suivant :

Ainsi, 30% des entreprises de notre échantillon n'innove pas tandis que près de 14% d'entre elles combine tous les types d'innovation. La projection présentée sur le graphique qui suit permet de se faire une idée un peu plus précise des caractéristiques des entreprises selon les combinaisons d'innovation qu'elles déploient.

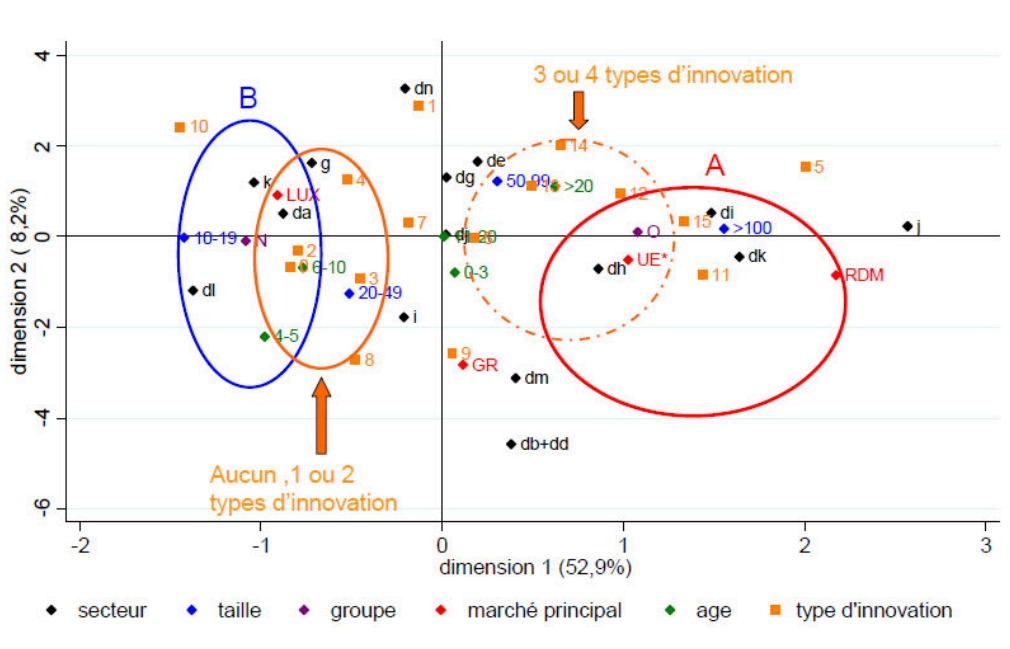
Les combinaisons d'innovation sont polarisées entre les combinaisons associant au moins trois types d'innovation et les autres. Ce premier pôle rapproche de grandes PME (plus de 50 salariés), plutôt anciennes (>20 ans), appartenant à un groupe, principalement actives dans des secteurs industriels (papier et carton, chimie, produits minéraux non métallique, fabrication de machines et équipements, caoutchouc et plastiques) et opérant sur les marchés européens et internationaux.

¹ Dans la suite du texte nous utiliserons le terme d'innovation de produit pour qualifier l'innovation de produit ou service.

Tableau 2 : Les combinaisons d'innovation¹

Combinaison d'innovation	Produit ou Service	Procédé	Organisation	Marketing	Intensité innovation	Obs.	%
0	NON	NON	NON	NON	0	106	30.4
1	OUI	NON	NON	NON		16	
2	NON	OUI	NON	NON	1	9	21.5
3	NON	NON	OUI	NON		44	
4	NON	NON	NON	OUI		6	
5	OUI	OUI	NON	NON		9	
6	OUI	NON	OUI	NON		24	
7	OUI	NON	NON	OUI		6	
8	NON	OUI	OUI	NON	2	9	18
9	NON	OUI	NON	OUI		2	
10	NON	NON	OUI	OUI		13	
11	OUI	OUI	OUI	NON		26	
12	OUI	OUI	NON	OUI		9	
13	NON	OUI	OUI	OUI	3	5	16.3
14	OUI	NON	OUI	OUI		17	
15	OUI	OUI	OUI	OUI	4	48	13.8

Graphique 3 Les combinaisons d'innovation des entreprises de l'échantillon



¹ Lecture du tableau : Les combinaisons d'innovation 5 à 10 incluent regroupent 2 types d'innovation maximum, quelque soit la combinaison considérée : innovation en produit et/ou service et innovation en Procédé ou encore innovation en procédé et innovation organisationnelle Elles représentent 18% de notre échantillon soit 63 observations

Ces entreprises déploient au moins 3 types d'innovations, parfois les 4 recensées par le manuel d'Oslo (combinaisons 11-12-13-14-15). Ce premier pôle très innovant se rapproche des entreprises caractéristiques du groupe A. Le secteur financier et le secteur de l'industrie textile et de l'habillement, quoique positionnés dans la zone des entreprises plutôt grandes travaillant à l'international, se distinguent néanmoins par leur éloignement relatif de toutes les combinaisons d'innovation. Néanmoins le secteur financier se rapproche de la combinaison d'innovation 5 qui allie à la fois innovation en produit et en procédé. Les entreprises combinant une innovation technologique (produit ou service) et une innovation non technologique (combinaison 6 et 7) sont plutôt plus jeunes (moins de 20 ans) et présentes dans le travail des métaux. Les autres combinaisons d'innovation sont positionnées plutôt à gauche sur l'axe horizontal et sont plus représentatives des entreprises du groupe B déjà identifié. Par ailleurs, les caractéristiques des entreprises non innovantes se distinguent

peu de celles qui ont déployé seulement un nouveau procédé. Les entreprises qui implémentent une innovation en produit seulement sont plus fortement représentées dans les « autres industries manufacturières ».

La forte polarisation du tissu économique luxembourgeois est clairement apparue à travers l'analyse des caractéristiques des entreprises, des technologies de l'information qu'elles utilisent et des types d'innovations qu'elles déploient. Il s'agit maintenant d'explicitier le lien entre TIC et innovation d'une part et entre innovation et performance d'autre part. Le lien entre TIC et capacité d'innovation est mis en évidence par la méthode des ACM en analysant les corrélations entre l'intensité des capacités d'innovation puis les combinaisons particulières d'innovation et les types d'équipements TIC utilisées par les entreprises. Selon la même méthode, les effets constatés des innovations sont rapprochés des combinaisons particulières d'innovation déployées.

2. Capacité d'innovation et diffusion des TIC

2.1 Intensité d'innovation et équipement et utilisation des TIC

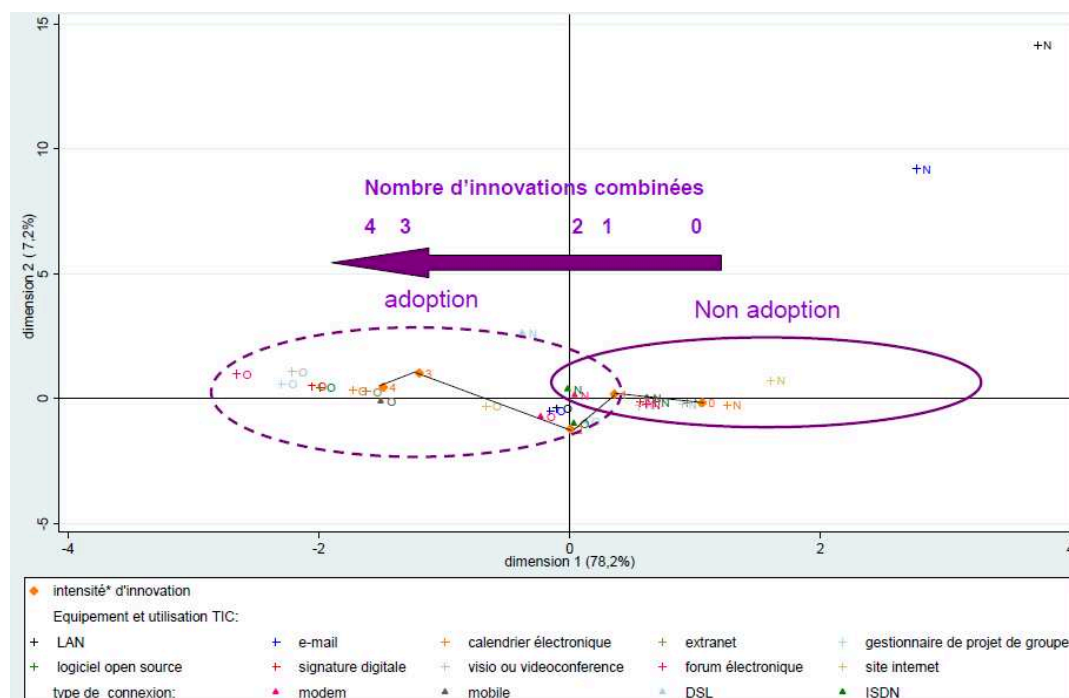
La section précédente a permis de montrer que le nombre d'innovations déployées discrimine fortement les entreprises. Les entreprises qui déploient 3 innovations et plus et celles qui ont déployé moins de 3 innovations constituent deux groupes très distincts. Pour le second groupe, les types d'innovations concernées ont évidemment plus d'importance. La capacité d'innovation mesurée par un indice d'intensité représenté par le nombre de type d'innovations mis en œuvre est d'abord utilisée pour identifier et caractériser le lien avec les équipements TIC utilisés par les entreprises.

L'indice d'intensité d'innovation est mesuré sur une échelle prenant les valeurs de 0 à 4 où 0 correspond au fait de ne pas innover et 4 au fait d'avoir mis en place tous les types d'innovation définis par le manuel d'Oslo entre 2004 et 2006. Chaque équipement TIC et leurs utilisations présentés dans le chapitre précédent sont pris séparément ; Sur le graphique qui suit, ils sont figurés par une couleur distincte et prennent la

valeur "O" lorsqu'ils sont présents et "N" dans le cas contraire.

Le lien entre intensité d'innovation et intensité dans l'utilisation de certains TIC apparaît clairement et peut être caractérisé. Les entreprises qui n'innovent pas (0 innovation) sont aussi celles dont sont absents internet, la DSL, les mobiles et l'usage du calendrier électronique, des forums et des logiciels open source. A contrario, les entreprises qui ont déployé plus de 3 types d'innovation sont également celles qui sont équipés d'un extranet et de la visio-conférence et qui font usage des outils de gestion de projet, des calendriers électronique, des forums, des logiciels open source et de la signature électronique. Les entreprises qui déploient 2 types d'innovation se distinguent de celles qui n'en déploient qu'une seule ou aucune par la présence de ligne DSL du LAN, de l'ISDN ainsi que par l'usage du e-mail. Par ailleurs, les entreprises qui déploient 3 types d'innovation, voir toutes les innovations, s'équipent plus souvent que les autres entreprises de connexions mobiles, d'extranet, ou du calendrier électronique.

Graphique 4 Intensité* d'innovation et équipement et utilisation des TIC



Il semble qu'une relation quasi-linéaire existe, c'est-à-dire que plus une entreprise est « pauvre » en équipement TIC moins elle a tendance à combiner les innovations ou même à innover. A l'inverse, plus une entreprise est intensive en TIC et plus elle a tendance à innover et à multiplier les types d'innovations. Ce résultat attendu doit maintenant conduire à mieux cerner les caractéristiques des entreprises dont l'intensité d'innovation est positive mais inférieure à 3. En effet, plus que l'intensité, le type des innovations qui sont combinées semble jouer un rôle.

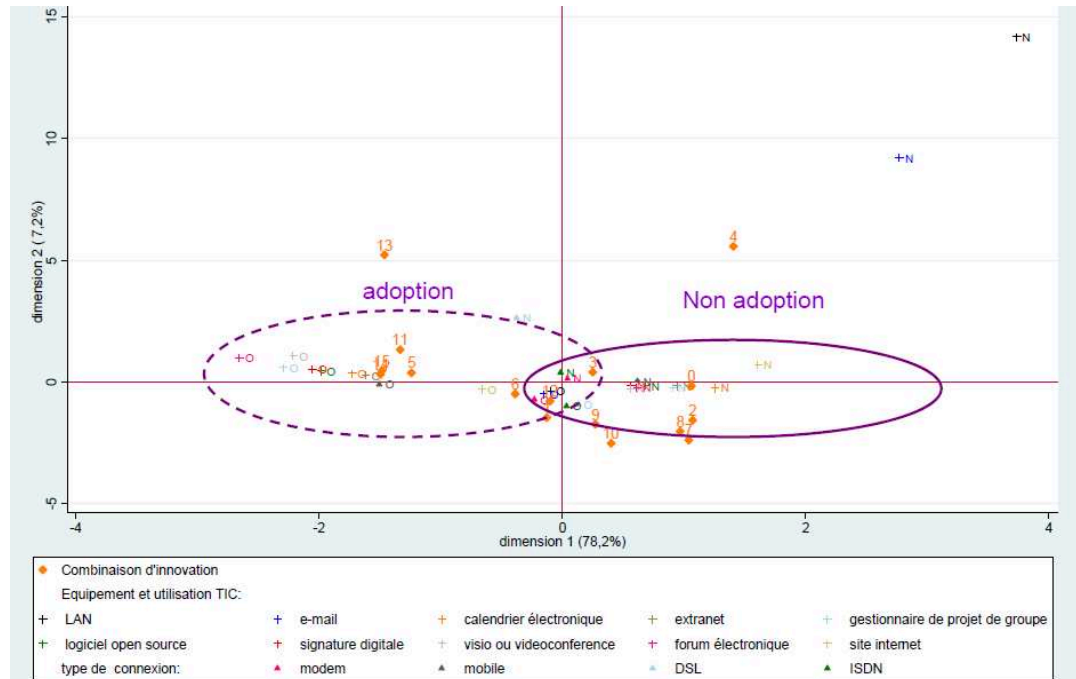
2.2 Combinaison d'innovations, équipements et utilisation des TIC

Lorsque les types d'innovation combinées sont considérés - et non plus seulement leur agrégation - et intégrés dans l'analyse, les liens apparaissent plus complexes (et perdent leur apparente linéarité). Bien sûr, l'opposition perdure entre absence d'innovation et « mono » innovation liées à des entreprises peu équipées, d'une part, et entreprises innovantes dans la

plupart des types d'innovation et qui sont aussi les mieux équipées, d'autre part. Toutefois, les entreprises ayant innové en produits et en procédés [combi. 5] rejoignent la zone où l'on retrouve les entreprises qualifiées d'intensives en TIC tandis que le fait de déployer tout les types d'innovation sauf l'innovation en produit [combi. 13] s'en éloigne. Par ailleurs, le fait d'innover en marketing seulement caractérise des entreprises qui ne sont pas ou très peu équipées en TIC. Les équipements TIC des entreprises qui innover en procédés seulement [combi. 2] ou en combinant avec un changement organisationnel [combi. 8] ou encore en implémentant une innovation de produit et de marketing [combi. 7] se distinguent peu des entreprises non innovantes [combi. 0].

Ces résultats montrent clairement qu'il existe un lien entre utilisation des TIC et innovation. Cette relation positive semble a priori linéaire, toutefois, en analysant les différents types de combinaisons possibles, des non linéarités apparaissent et expliquent en partie les difficultés rencontrées dans les spécifications fonctionnelles.

Graphique 5 Combinaison d'innovation et équipements et utilisation TIC



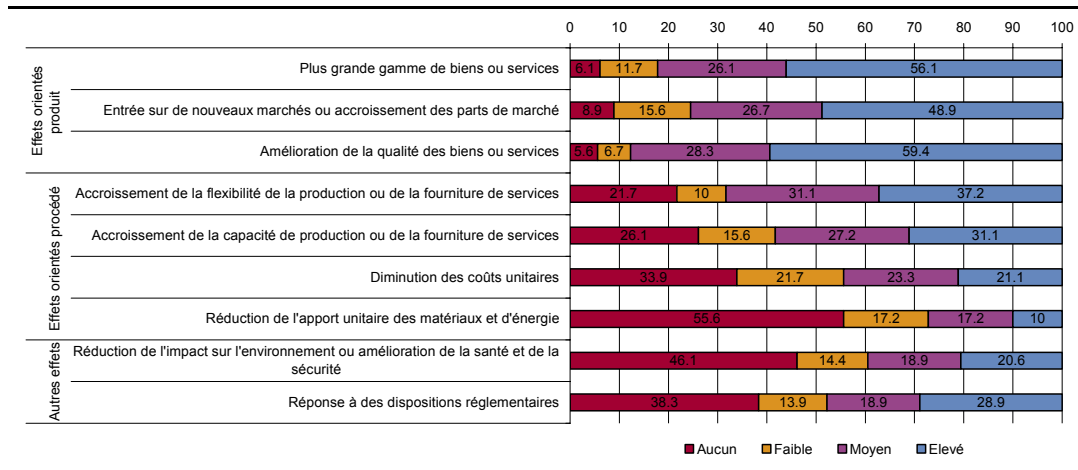
3. Les effets de l'innovation

La relation positive entre capacité d'innovation et performance des entreprises a été explicitée sur données luxembourgeoise au moyen d'un modèle CDM en 2008 (Asikainen, 2008). Dans ce modèle la performance est mesurée par le chiffre d'affaire par emploi qui est la meilleure mesure de productivité facilement disponible. L'analyse proposée maintenant vise à identifier de façon plus qualitative, la nature des différents effets attendus ou obtenus du déploiement de chaque type d'innovation. Les effets sont décrits à partir d'une série de questions soumises dans le cadre de l'enquête CIS2006. Les entreprises sont invitées à qualifier les effets positifs liés à l'introduction de chaque type d'innovation en indiquant pour chaque option l'intensité de l'effet ressenti.

3.1 Effets d'une innovation de produit ou procédé:

La liste des effets de l'introduction d'un nouveau produit ou procédé est reprise dans le tableau ci-après avec, pour chaque option, la répartition des réponses entre différents niveaux d'intensité de l'effet ressenti. Les effets orientés produits sont les effets les plus fortement ressentis. Pour près de six entreprises sur dix l'innovation en produit ou en procédé s'est traduite par une amélioration de la qualité des biens et des services. Ainsi que, pour environ une entreprise sur deux cela a entraîné un élargissement de la gamme de produit ainsi que l'accroissement de sa part de marché ou l'entrée sur de nouveaux marchés est ressenti fortement. Ce type d'innovation n'a conduit à la réduction des coûts unitaires seulement pour une entreprise sur trois. Enfin, l'impact de ces types d'innovation sur l'environnement, la santé et la sécurité est nul ou faible dans la plupart des cas.

Graphique 6 Les effets d'une innovation produit ou procédé



Ces réponses sont maintenant analysées en tenant compte des combinaisons d'innovation déployées en projetant les 15 combinaisons possibles déjà décrites et l'intensité des effets perçus pour chaque effet. Le croisement des informations révèle une nouvelle polarisation forte entre les entreprises qui déclarent ne pas avoir ressenti d'effets suite à l'introduction d'innovation de produit ou de procédé et celles qui déclarent avoir ressentis de forts effets. Les effets nuls (0), faibles (1) moyens (2) et forts (3) dessinent une parabole, les effets nuls se concentrant plutôt en haut à droite, les effets faibles puis moyens plutôt en bas et les effets forts en haut à gauche du graphique ci-après.

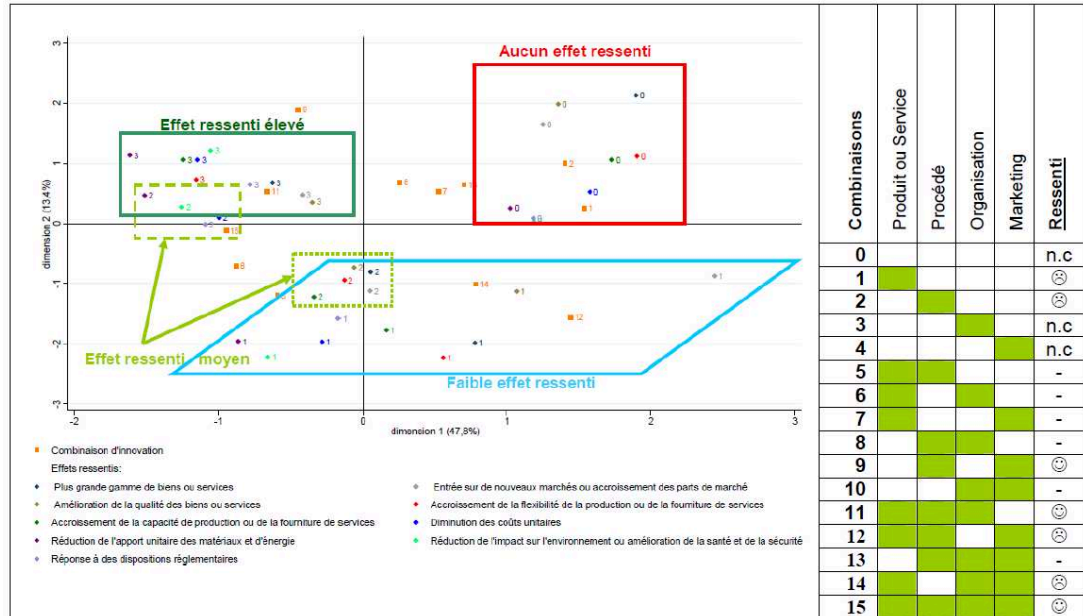
Les effets positifs les plus importants sont obtenus par les entreprises qui ont déployé une innovation de produit et de procédé associée à un changement organisationnel [combi. 11].

Par ailleurs, les entreprises pour lesquelles les effets ressentis sont modérés se scindent en deux groupes selon les domaines. Des effets ressentis modérés sur l'environnement, la santé et la sécurité, pour répondre à des dispositions réglementaires ou en vue de diminuer des coûts sont associés avec des effets ressentis importants concernant les autres domaines :

amélioration de la qualité des produits, amélioration de la qualité des biens et services, accroissement de la capacité de production, accroissement des parts de marché et accroissement de la flexibilité de la production ou de la fourniture de services. Inversement, les entreprises qui ont enregistré des effets modérés dans la seconde série d'effets ressentent un faible impact dans les premiers domaines cités. Cette inversion est figuré sur la graphique par les carrés verts clairs qui sont indépendants et chacun « rattaché » à un ensemble d'effets de niveau élevé ou faible.

Enfin, l'absence d'effets ressentis est étroitement associée au déploiement d'une innovation de produit ou de procédé sans autre innovation associée [combi. 1 et 2]. Les entreprises ayant déployé un nouveau produit associé à une innovation de procédé et marketing [combi. 12], ainsi que celles qui ont implémenté une innovation de produit jumelée avec une innovation organisationnelle et commerciale obtiennent peu d'effets. De plus, les entreprises ayant réalisées tous les types d'innovation possibles [combi. 15] n'enregistre que des effets moyens sur leurs performances et principalement à travers l'élargissement de leur gamme.

Graphique 7 Combinaisons d'innovation et effets d'une innovation produit ou procédé



De manière générale, il semble qu'une politique de mono-innovation comme le déploiement de tous les types d'innovation n'apparaissent pas comme des solutions optimales du point de vue des effets obtenus au regard des investissements consentis. Enfin, les effets de l'innovation les plus importants sont clairement obtenus lorsque les types d'innovations combinés comportent des innovations de produits ou de procédés alliées à des changements organisationnels.

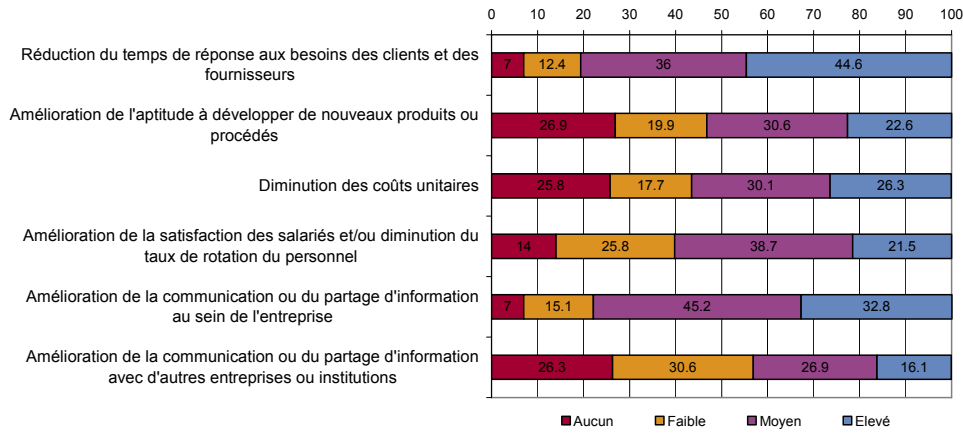
3.2 Effets d'une innovation organisationnelle:

La mise en œuvre de changements organisationnels est le type d'innovation le plus répandu dans les entreprises. Pourtant les effets sur les performances semblent plus faibles que

dans le cas des innovations en produit et en procédé analysées précédemment. Les effets retenus dans l'enquête CIS 2006 pour définir l'impact de ce type d'innovation sur les performances des firmes sont repris dans le graphique suivant. Ils visent à qualifier l'impact sur la productivité à travers la diminution de certains coûts ou l'amélioration de la qualité des produits ou des processus internes.

Selon les entreprises interrogées, le principal bénéfice obtenu à la suite du déploiement d'une innovation organisationnelle touche à la diminution du temps de réponse nécessaire pour satisfaire aux besoins des clients et des fournisseurs. L'amélioration de la communication au sein de l'entreprise est le second effet positif relevé dans environ un tiers des entreprises.

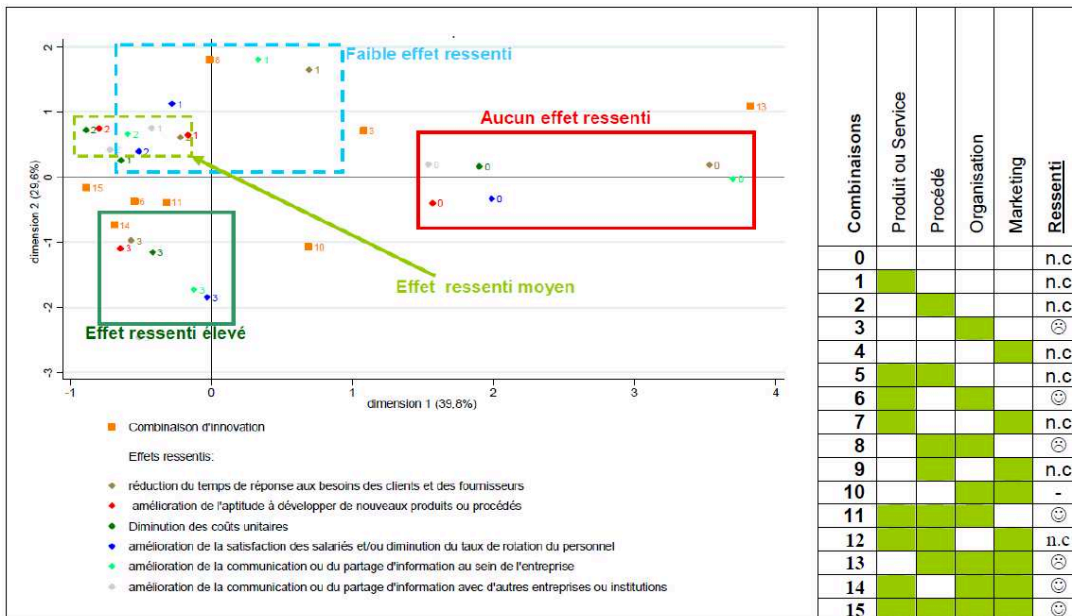
Graphique 8 Les effets d'une innovation organisationnelle



Sur le graphique suivant, l'intensité des effets ressentis suite à l'introduction d'une innovation organisationnelle sont regroupés par niveau. En particulier, les entreprises pour lesquelles les effets ressentis sont faibles (1) sont très similaires à celles pour lesquelles les

effets sont jugés modérés (2) sauf pour ce qui concerne l'amélioration de la communication ou du partage d'information et la réduction du temps de réponse aux besoins des clients et des fournisseurs.

Graphique 9 Combinaisons d'innovation et effets d'une innovation organisationnelle



L'absence totale d'effet est associée à la mise en œuvre d'un changement organisationnel seul ou en combinaison avec la mise en place d'un nouveau procédé et/ou d'une innovation marketing [combi. 3 8 13]. Ainsi, même dans le cas d'une combinaison intensive d'innovations il

se peut que cette combinaison ne soit pas optimale à l'instar de la combinaison 13. De nouveau, les effets positifs les plus importants sont associés aux démarches qui combinent au moins la mise en place d'innovations de produit ou service et d'innovations organisationnelles

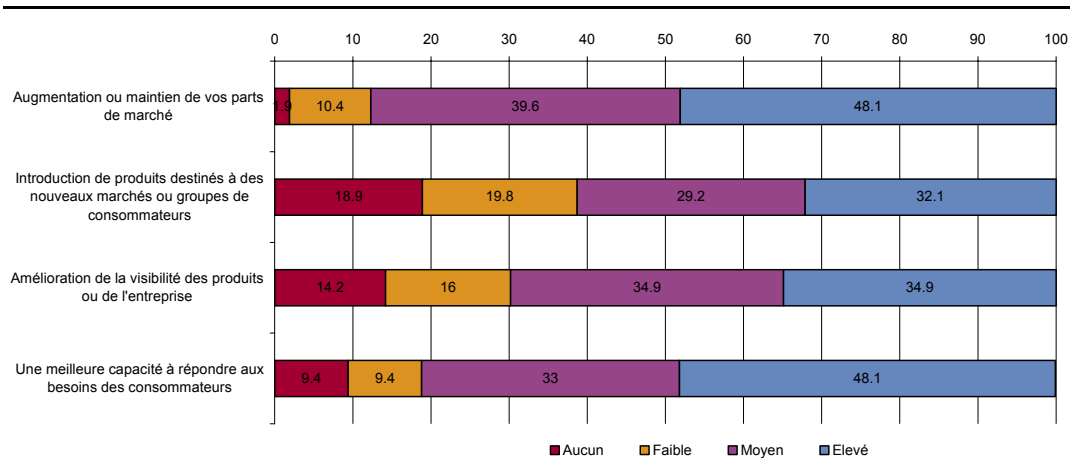
[combi. 6 11 14 15]. Autrement dit, le fait de combiner une innovation organisationnelle avec une innovation de produit a un effet positif très prononcé tandis que toute autre combinaison incluant un changement organisationnel mais qui n'inclurait pas l'introduction d'un nouveau produit ou service n'a qu'un effet limité.

Ces combinaisons permettent donc d'atteindre les meilleurs résultats quelque soit le type d'impacts envisagés.

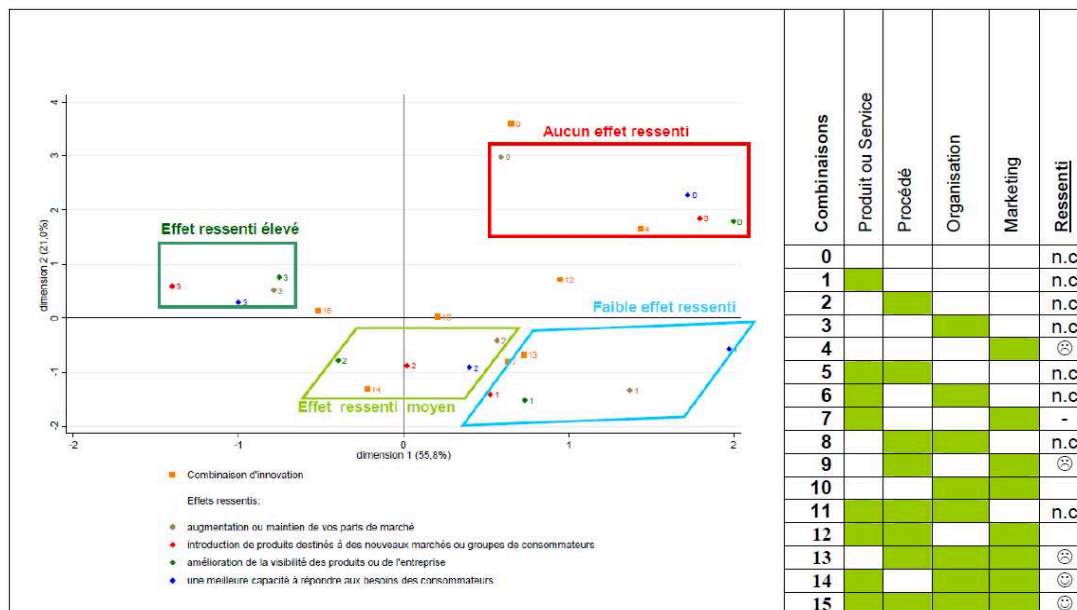
3.3 Effets d'une innovation commerciale:

Comme pour l'introduction d'un nouveau produit ou service, les effets attendus d'une innovation commerciale visent principalement l'augmentation ou le maintien du niveau des ventes et la satisfaction des clients. En effet, une entreprise sur deux de notre échantillon a ressenti l'un ou l'autre de ces effets.

Graphique 10 Les effets d'une innovation commerciale



Graphique 11 Combinaisons d'innovation et effets d'une innovation commerciale



Les résultats de l'analyse conduite sur les effets d'une innovation commerciale confirment et renforcent les résultats précédents. Les combinaisons qui n'associent pas d'innovation de produit ou de service à la mise en œuvre d'une innovation commerciale [combi. 4,9, 13] échouent à tirer pleinement parti de l'introduction de leur innovation. De même, les entreprises ayant mis en place des innovations associant seulement innovation de produits et innovation marketing [combi. 7] obtiennent des effets faibles plus souvent que la moyenne des entreprises de l'échantillon. Comme dans les analyses précédentes, les entreprises ayant mis en œuvre simultanément des innovations de produits ou services et des innovations

organisationnelles ainsi que des innovations commerciales [combi. 14 – 15] obtiennent des impacts positifs plus fréquents que la moyenne. Toutefois, la combinaison d'innovation qui n'inclue pas l'innovation de procédé [combi. 14] affiche un impact plus fort que celle qui n'intègre pas d'innovation de produit [combi. 13]. De nouveau, la mise en œuvre de ces combinaisons permet d'obtenir la plus grande efficacité, y compris pour les impacts attendus du déploiement d'une innovation commerciale. Le terme « efficacité » est utilisé ici dans le sens où les effets de cette mise en œuvre ont été ressentis de manière importante dans la plupart des entreprises considérées.

4. Conclusion

Etant donné les phénomènes étudiés et les difficultés liées à leur mesure, qualifier le lien entre déploiement et utilisation des technologies de l'information et de la communication, d'une part, et capacité d'innovation, d'autre part, posent généralement des problèmes de récursivité des phénomènes décrits, d'endogénéité des variables susceptibles de les mesurer, auxquels s'ajoutent, pour le Luxembourg, la petitesse des échantillons disponibles pour l'analyse. La méthode de l'Analyse en Correspondances Multiples semble particulièrement adaptée pour tirer le meilleur

parti de la richesse de l'information issue de la fusion des enquêtes communautaires sur l'innovation et sur l'utilisation des technologies de l'information. Elle a permis de préciser les profils et les comportements des entreprises en matière d'innovation. Le principal apport de cette étude est double et peut être résumé de la manière suivante :

1. L'impact des TIC sur les capacités d'innovation : Les entreprises les plus intensives en TIC sont aussi celles qui ont tendance à innover plus fréquemment et à combiner

plusieurs types innovations - c'est à dire qu'elles sont aussi « intensives en innovation ». Toutefois, cette assertion doit être nuancée lorsque le type de combinaison d'innovation est pris en compte et non plus seulement leur nombre. Dès lors, la constatation reste valide aux extrêmes de la distribution (les entreprises peu ou pas équipées n'innovent pas – les entreprises qui accumulent tout type d'équipements TIC innovent de façon intensive). Toutefois, entre ces deux pôles, les combinaisons d'innovation ne sont pas liées de façon linéaire au niveau de l'équipement en TIC et certains équipements semblent jouer un rôle particulier dans le déploiement de combinaisons d'innovation spécifiques. Les capacités d'innovation sont liées à la présence de certains équipements ou combinaisons d'équipement seulement.

2. L'impact de l'innovation sur les performances des entreprises : L'impact sur les performances est mesuré à travers les effets perçus de chaque type d'innovation selon les déclarations des entreprises collectées lors de l'enquête CIS2006. L'importance des effets propres à chaque type d'innovation est croisée avec les combinaisons particulières d'innovations déployées par les entreprises. Il semble a priori

que les effets de l'innovation dépendent de l'intensité de l'activité d'innovation mesurée par le nombre d'innovations de différents types simultanément mises en œuvre. L'analyse détaillée des combinaisons de différents types d'innovation nuance et précise le premier constat. Ainsi, toutes les combinaisons d'innovation ne produisent pas des effets positifs et, selon les effets souhaités, certaines combinaisons apparaissent plus efficaces. Plus précisément, les impacts attendus de chaque type d'innovation sont pleinement atteints lorsque le type d'innovation quel qu'il soit est combiné avec une innovation en produit et un changement organisationnel.

Outre une meilleure connaissance immédiate des comportements des entreprises en matière d'innovation et d'équipements TIC et une meilleure compréhension des liens entre ces variables, l'étude donne quelques pistes pour les recherches futures. En particulier, la construction d'indicateurs composites s'appuyant sur les résultats de l'ACM permettra de capter les phénomènes tout en réduisant le nombre de variables utiles à l'estimation d'un modèle paramétrique sur une base de données par ailleurs très restreinte.

Annexe 0 : Lexique et définitions

Lexique :

- Nomenclature des secteurs d'activité :

Section	Sous-	Intitulé	Division
A		Agriculture, chasse, sylviculture	01, 02
B		Pêche, aquaculture	5
C		Industries extractives	10 à 14
	CA	Extraction de produits énergétiques	10, 11, 12
	CB	Extraction de produits non énergétiques	13, 14
D		Industrie manufacturière	15 à 37
	DA	Industries agricoles et alimentaires	15, 16
	DB	Industrie textile et habillement	17, 18
	DC	Industrie du cuir et de la chaussure	19
	DD	Travail du bois et fabrication d'articles en bois	20
	DE	Industrie du papier et du carton; édition et imprimerie	21, 22
	DF	Cokéfaction, raffinage et industries nucléaires	23
	DG	Industrie chimique	24
	DH	Industrie du caoutchouc et des plastiques	25
	DI	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	26
	DJ	Métallurgie et travail des métaux	27, 28
	DK	Fabrication de machines et équipements	29
	DL	Fabrication d'équipements électriques et électroniques	30 à 33
	DM	Fabrication de matériel de transport	34, 35
	DN	Autres industries manufacturières	36, 37
E		Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	40, 41
F		Construction	45
G		Commerce; réparations automobile et d'articles domestiques	50, 51, 52
H		Hôtels et restaurants	55
I		Transports et communications	60 à 64
J		Activités financières	65, 66, 67
K		Immobilier, location et services aux entreprises	70 à 74
L		Administration publique	75
M		Education	80
N		Santé et action sociale	85
O		Services collectifs, sociaux et personnels	90 à 93
P		Activités des ménages	95
Q		Activités extra-territoriales	99

Définitions :

Signature électronique (e-signature)	Une signature électronique est une information électronique attachée ou associée à un contrat ou à un autre message lui donnant ainsi une valeur légale identique à une signature écrite.
DSL (Digital Subscriber Line)	Technologie à bande large, permettant de transmettre des données à haut débit en utilisant les lignes téléphoniques de cuivre standards.
E-mail	Transmission électronique de messages, y compris du texte et des documents attachés, d'un ordinateur à un autre situé en dedans ou en dehors d'une organisation. Cela inclut les courriers électroniques via Internet ou d'autres réseaux informatiques.
Intranet	Réseau privé interne à une organisation. Les réseaux intranet utilisent fréquemment les protocoles Internet pour livrer leur contenu.
LAN (Local Area Network)	Acronyme de Local Area Network , un réseau qui relie deux ou plusieurs ordinateurs dans une zone relativement restreinte, souvent au sein d'une organisation, pour échanger et partager des fichiers.
Site Web	Identification par une adresse Web sur le World Wide Web (www). Succession de fichiers Web concernant un sujet particulier et commençant par une page d'accueil. Les informations sont encodées dans des langages spécifiques (hypertexte, HTML, XML, Java) lisibles par un browser Web, comme le navigateur Netscape ou Microsoft Internet explorer.
Modem	Acronyme de modulateur/démodulateur, un équipement qui relie un ordinateur à d'autres ordinateurs ou à Internet, par l'intermédiaire d'une ligne téléphonique standard ou RNIS. Un modem peut être interne, intégré à un ordinateur, ou externe. Un modem externe est un boîtier qui raccorde l'ordinateur à une ligne téléphonique. Les différents modems se distinguent par leur vitesse de transmission des données, exprimée en bauds.
Free / Open Source	<p>La désignation Open Source (Code source libre ou Code source accessible en français) s'applique aux logiciels dont la licence respecte des critères précisément établis par l'Open Source Initiative. Voici les principaux critères :</p> <ul style="list-style-type: none">- la libre redistribution ;- un code source disponible ;- les travaux dérivés possibles. <p>Le fait de disposer des sources d'un logiciel ne suffit pas pour dire qu'il est Open Source. Toutefois, de nombreuses personnes, notamment dans le monde francophone, se contentent de la disponibilité des sources pour appeler un logiciel Open Source.</p>
ISDN	Integrated Services Digital Network : réseaux de télécommunications entièrement numérisés, capables de transporter simultanément des informations représentant des images, des sons et des textes.
Extranet	Une extension sécurisée de l'Intranet qui permet à des utilisateurs externes d'accéder à une partie du réseau Intranet d'une organisation.

Annexe 1 : Présentation de l'échantillon.

	Obs.	(%)
Secteur		
<i>DA</i> Industries agricoles et alimentaires	18	5.16
<i>DB+DD</i> Industrie textile et habillement et Travail du bois et fabrication d'articles en bois	5	1.43
<i>DE</i> Industrie du papier et du carton; édition et imprimerie	5	1.43
<i>DG</i> Industrie chimique	7	2.01
<i>DH</i> Industrie du caoutchouc et des plastiques	7	2.01
<i>DI</i> Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	10	2.87
<i>DJ</i> Métallurgie et travail des métaux	48	13.75
<i>DK</i> Fabrication de machines et équipements	12	3.44
<i>DL</i> Fabrication d'équipements électriques et électroniques	14	4.01
<i>DM</i> Fabrication de matériel de transport	6	1.72
<i>DN</i> Autres industries manufacturières	3	0.86
<i>G</i> Commerce; réparations automobile et d'articles domestiques	50	14.33
<i>I</i> Transports et communications	72	20.63
<i>K</i> Immobilier, location et services aux entreprises	55	15.76
<i>J</i> Activités financières	37	10.6
Taille		
10-19 emp.	89	25.5
20-49 emp.	87	24.93
50-99 emp.	78	22.35
100 et plus	95	27.22
Marché principal		
National	179	51.29
Grande Région	31	8.88
Autres pays de l'UE	125	35.82
Reste du monde	14	4.01
Fait partie d'un groupe		
Oui	175	50.14
Non	174	49.86
Age		
0/3 ans	37	10.66
4/5 ans	28	8.07
6/10 ans	70	20.17
11/20 ans	95	27.38
20 ans et +	117	33.72
Observations	349	

* Excepté pour la variable Age qui contient uniquement 347 observations dues à 2 valeurs manquantes

Annexe 2 : Méthodologie¹

Méthode : Analyse des correspondances multiples

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) est une technique d'analyse multivariée permettant de représenter sur des axes principaux les relations (correspondances) existant entre plusieurs variables qualitatives. Les principes de la méthode remontent à Guttman (1941), Burt (1950), Hayashi (1956) et Benzécri (1973). L'ACM peut aussi être vue comme un cas particulier de l'analyse des correspondances simples des tableaux croisés (Benzécri, 1973)

L'ACM est une technique particulièrement bien adaptée à l'analyse des questionnaires d'enquête. Dans ce cas, on considère n individus auxquels S questions ont été posées. On fait l'hypothèse qu'à chaque question q on peut associer une variable qualitative ayant p_q modalités de réponse possibles.

Soit $p = \sum_q p_q$ le nombre total des modalités de réponse aux S questions.

Une manière « naturelle » de coder les réponses aux questions est de construire un tableau « condensé » à n lignes et s colonnes où, à l'intersection de la ligne i ($1 \leq i \leq n$) et de la colonne j ($1 \leq j \leq s$), on trouve la réponse donnée par l'individu i à la question j . On peut aussi construire un tableau dit « disjonctif complet » en éclatant chaque variable en autant de variables indicatrices qu'elle a de modalités de réponse. Un tableau disjonctif $Z = (z_{ij})$ possède donc n lignes et p colonnes (nombre total des modalités de réponse aux s questions). Par construction, $z_{ij} = 1$ si l'individu i a choisi la modalité j , 0 sinon.

Les effectifs marginaux en ligne et en colonne du tableau disjonctif sont donnés par:

$$z_{i.} = \sum_j z_{ij} = s \text{ c'est à dire le nombre total de questions}$$

$$z_{.j} = \sum_i z_{ij} \text{ c'est à dire le nombre total d'individus ayant choisi la modalité } j$$

L'effectif total du tableau est donné par:

$$z_{..} = \sum_i z_{i.} = \sum_j z_{.j} = n * s \quad n = \text{la taille de l'échantillon } n \text{ d'individus}$$

- Les profils-ligne (c'est-à-dire, les individus) seront représentés par un vecteur f_i de dimension p :

$$f_i = \left(\frac{z_{i1}}{z_{i.}}, \frac{z_{i2}}{z_{i.}}, \dots, \frac{z_{ip}}{z_{i.}} \right)' = \frac{1}{s} (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{ip}) = (f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{ip})$$

Le centre de gravité g du nuage sera représenté par le vecteur:

$$g = \left(\frac{z_{.1}}{z_{..}}, \frac{z_{.2}}{z_{..}}, \dots, \frac{z_{.p}}{z_{..}} \right)' = \frac{1}{ns} (z_{.1}, z_{.2}, \dots, z_{.p}) = (g_1, g_2, \dots, g_p)$$

L'inertie du nuage des profils-ligne (individus) sera égale à:

$$I = \sum_{i,j} f_{i.} \cdot f_{.j} \cdot d^2(f_i, f_j) = 2 \sum_{i,j} f_{i.} \cdot d^2(f_i, g) = \frac{p}{s} - 1'$$

¹ L'encadré est principalement inspiré de l'ouvrage de L. Lebart A. Morineau et M. Piron, « Statistique exploratoire multidimensionnelle », 2000.

Sachant que la fréquence marginale f_i est donnée par la formule:

$$f_i = \frac{z_{i.}}{z_{..}} = \frac{s}{ns} = \frac{1}{n} \Rightarrow \text{Les individus auront des pondérations identiques.}$$

La distance séparant deux individus f_i et f_j est donnée par la formule du χ^2 :

$$d_{\chi^2}^2(f^i, f^j) = \frac{1}{s} \sum_{k=1}^p \frac{n}{z_{.k}} (z_{ik} - z_{jk})^2$$

Interprétation :

- Ainsi, deux individus seront proches s'ils ont choisi les mêmes modalités.
 - A l'inverse, ils seront éloignés s'ils n'ont pas répondu de la même manière.
 - De plus, qu'une modalité k intervient d'autant plus dans le calcul de la distance entre deux individus que son effectif $z_{.k}$ est faible.
- Les profils-colonne (c'est-à-dire, les modalités des variables) seront représentés par un vecteur f_j de dimension n :

$$f^j = \left(\frac{z_{1j}}{z_{.j}}, \frac{z_{2j}}{z_{.j}}, \dots, \frac{z_{nj}}{z_{.j}} \right)' = (f_1^j, f_2^j, \dots, f_n^j)'$$

Le centre de gravité g du nuage sera représenté par le vecteur:

$$g = \left(\frac{z_{1.}}{z_{..}}, \frac{z_{2.}}{z_{..}}, \dots, \frac{z_{n.}}{z_{..}} \right)' = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n} \right)' = (f_1, f_2, \dots, f_n)'$$

La distance séparant deux modalités i et j est donnée par 2:

$$d_{\chi^2}^2(f^i, f^j) = n \sum_{k=1}^p \left(\frac{z_{ki}}{z_{.i}} - \frac{z_{kj}}{z_{.j}} \right)^2$$

Interprétation :

- Si les modalités proviennent de deux variables distinctes, plus elles seront choisies par les mêmes individus, plus elles seront proches.
- Par ailleurs, les modalités de faible effectif auront tendance à être éloignées des autres modalités.
- Par contre, si les deux modalités appartiennent à la même variable, alors elles ne pourront jamais être choisies par les mêmes individus car, par hypothèse, les modalités d'une variable sont mutuellement exclusives.

Les axes factoriels du nuage des profils-ligne (respectivement profils-colonne) correspondent aux directions d'allongement du nuage qui maximisent son inertie. Les axes factoriels sont orthogonaux 2 à 2. On représentera alors les profils-ligne (individus) et les profils-colonne (modalités des variables) sur les plans factoriels définis à partir des deux premiers axes factoriels. On pourra aussi représenter sur un même plan factoriel les individus et les modalités des variables. Les relations de transition entre les individus et les modalités des variables sont quasi-barycentriques:

- Chaque individu est placé au barycentre des modalités qu'il possède, chacune des modalités recevant la même pondération
- Chaque modalité est placée au barycentre des individus qui la possèdent, chacun des individus recevant la même pondération

Cependant, on ne représentera généralement pas les individus sur le graphique:

- L'ACM s'applique le plus souvent à des centaines, voire des milliers d'individus, dont la représentation rendrait le graphique totalement illisible
- Les individus sont le plus souvent des unités anonymes. Les placer sur le graphique n'aurait donc pas d'intérêt statistique

Les individus interviendront surtout par le truchement des éléments supplémentaires: on pourra représenter des individus nominatifs, ou encore les centres de gravité de groupes d'individus.

Références

R. **ABELLO** and G. **PRICHARD**. Exploring business use of it and innovation using linked firm-level data. WP Australian Bureau of Statistics, june 2008.

A-L. **ASIKAINEN**. Innovation and productivity in Luxembourg. Economie et statistiques, STATEC, 23, april 2008.

A-L. **ASIKAINEN** and A. **DUBROCARD** Innovation et productivité. Perspective de politique économique, observatoire de la compétitivité, juillet 2008.

P. **ASKENAZY** and C. **GIANELLA**. Le paradoxe de productivité: les changements organisationnels, facteur complémentaire à l'informatisation. Economie et Statistiques, 339/340:219-237, 2000.

P. **ASKENAZY**, D. **THESMAR**, and M. **THOENIG**. On the relation between organizational practices and new technologies: The role of (time-based) competition. Economic Journal, Vol. 116, No. 508, pp. 128-154, January 2006.

BATTISTI, G. & **STONEMAN**, P. (2005), "The intra-firm diffusion of new process technology", International Journal of Industrial Organization 23: 1-22.

BATTISTI, G. & **STONEMAN**, P. (2003), "Inter- and intra-firm effects in the diffusion of new process technology", IResearch Policy, 32: 1641-1655.

BOCQUET, R., **BROSSARD**, O. (2007), "The variety of ICT adopters in the intra-firm diffusion process: Theoretical arguments and empirical evidence", in Structural Change and Economic Dynamics, No. 18, pp. 409-437.

E. **BRYNJOLFSSON** and L. M. **HITT**. Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. Journal of Economic Perspectives, 14(4):23-48, Fall 2000.

J. **CICCONE** and C.H. **DI MARIA**. Des technologies de l'information et de la communication aux affaires électroniques - le cas des entreprises luxembourgeoises. Economie et Statistiques, Statec, Luxembourg, (4), 2006.

B. **CREPON**, E. **DUGUET**, and J. **MAIRESSE**. Research investment, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level. Papiers d'Economie Mathématique et Applications 98.15, Université Panthéon-Sorbonne (Paris 1), 1998.

B. **CREPON**, E. **DUGUET**, and J. **MAIRESSE**. Research and development, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level. Economics of Innovation and New Technology, 7:p.115-158, 1998.

T. **HEMPELL**. Does experience matter? innovations and the productivity of ICT in german services. SSRN eLibrary, 2002a.

T. **HEMPELL**. What's spurious, what's real? measuring the productivity impact of ICT at the firm-level. ZEW Discussion Paper, 02-42, 2002b.

T. **HEMPELL**, G. **LEEUWEN**, and H. **VAN DER WIEL**. ICT, innovation and business performance in services: Evidence for Germany and the Netherlands. SSRN eLibrary, 2004

P. **KOELLINGER**. The relationship between technology, innovation, and firm performance: Empirical evidence on e-business. Technical report, mai 2008.

OECD. Ict and economic growth - evidence from oecd countries, industries and firms in the economic impact of ict : Measurement, evidence and implications. Technical report, OECD, 2003.

OECD. Economic and social impact of broadband. Technical report, 2005a.

OECD. The measurement of Scientific and Technological Activities - Oslo manual Guidelines for collecting and interpreting innovation Data, 3dr edition edition, 2005b.

OECD. Innovation strategy: Harnessing the power of innovation. Technical report, 2008.

D. **PILAT**. Le paradoxe de la productivité: l'apport des micro-données. Revue économique de l'OCDE, 38, 2004.

H. **VAN DER WIEL** and G. **VAN LEEUWEN**. Do ICT spillovers matter? Evidence from Dutch firm-level data. November 2003.

Hal R. **VARIAN**, Joseph **FARRELL**, and Carl **SHAPIRO**. The Economics of Information Technology: An Introduction. Cambridge University Press, January 2005.

Annexe 3

Intensité d'innovation et TIC :

	intensité d'innovation					Total
	0	1	2	3	4	
LAN	95.3	96	100	98.2	100	97.4
e-mail	95.3	89.3	98.4	94.7	97.9	94.8
connexion DSL	74.5	81.3	82.5	63.2	64.6	74.2
connexion via modem	16	16	11.1	15.8	22.9	16
connexion mobile	19.8	29.3	25.4	42.1	39.6	29.2
connexion ISDN	27.4	36	27	26.3	20.8	28.1
site internet	51.9	69.3	76.2	82.5	91.7	70.5
calendrier électronique	23.6	34.7	40.3	63.2	70.8	42
extranet	24.5	32	35.5	50.9	56.3	36.8
gestionnaire de projet	10.4	24	32.3	49.1	43.8	28.2
logiciel open source	13.3	26.7	23.8	42.1	33.3	25.6
signature digitale	13.2	20	14.3	33.3	39.6	21.8
visio ou vidéoconférence	9.4	13.3	16.1	35.1	41.7	20.1
forum électronique	14.2	16	21	21.1	27.1	18.7

Lecture : Parmi les entreprises non innovantes 24.5% sont équipées d'extranet, tandis que les entreprises ayant introduit une combinaison de 2 innovations elles sont 35.5% et 56.3% parmi celles qui combinent tous les types d'innovations référencées par le manuel d'Oslo.

Combinaison d'innovation et TIC

	combinaison d'innovation															Moyenne	
	Non innovant	1 innovation				2 innovations					3 innovations				4 innovations		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14
utilisation d'un LAN	95.3	100	100	95.5	83.3	100	100	100	100	100	100	100	100	80	100	100	97.4
e-mail	95.3	93.8	88.9	90.9	66.7	100	95.8	100	100	100	100	96.2	100	80	94.1	97.9	94.8
connexion DSL	74.5	93.8	88.9	77.3	66.7	66.7	79.2	66.7	88.9	100	100	46.2	66.7	80	82.4	64.6	74.2
connexion via modem	16	25	22.2	13.6	0	0	12.5	0	11.1	0	23.1	26.9	11.1	0	5.9	22.9	16
connexion mobile	19.8	43.8	22.2	29.5	0	22.2	37.5	16.7	11.1	0	23.1	38.5	33.3	60	47.1	39.6	29.2
connexion ISDN	27.4	31.3	44.4	34.1	50	11.1	20.8	66.7	33.3	50	23.1	30.8	33.3	40	11.8	20.8	28.1
site internet	51.9	81.3	77.8	68.2	33.3	88.9	79.2	83.3	55.6	50	76.9	76.9	66.7	80	100	91.7	70.5
calendrier électronique	23.6	43.8	22.2	34.1	33.3	66.7	47.8	16.7	33.3	50	23.1	65.4	44.4	60	70.6	70.8	42
extranet	24.5	37.5	11.1	31.8	50	66.7	34.8	33.3	11.1	50	30.8	50	44.4	80	47.1	56.3	36.8
gestionnaire de projet de groupe	10.4	18.8	11.1	29.5	16.7	55.6	39.1	0	11.1	50	30.8	50	22.2	60	58.8	43.8	28.2
logiciel open source	13.3	37.5	11.1	29.5	0	33.3	29.2	16.7	11.1	0	23.1	42.3	44.4	60	35.3	33.3	25.6
signature digitale	13.2	12.5	11.1	25	16.7	22.2	12.5	16.7	11.1	0	15.4	34.6	22.2	60	29.4	39.6	21.8
visio ou vidéoconférence	9.4	12.5	22.2	11.4	16.7	22.2	21.7	0	11.1	50	7.7	42.3	22.2	20	35.3	41.7	20.1
forum électronique	14.2	25	0	15.9	16.7	33.3	26.1	0	22.2	0	15.4	23.1	0	20	29.4	27.1	18.7

Lecture : Parmi les entreprises non innovantes 13.2% utilisent la signature digitale, tandis que les entreprises ayant introduit une innovation commerciale seulement sont 16.7% à utiliser la signature digitale. Enfin, parmi les entreprises ayant combiné innovation de procédé, d'organisation et commerciale, elles sont 60% à utiliser la signature digitale.

