



**HAL**  
open science

# Droits de propriété intellectuelle, Cloud Computing et e-performances des entreprises

Teja Maherzi Zahar

► **To cite this version:**

Teja Maherzi Zahar. Droits de propriété intellectuelle, Cloud Computing et e-performances des entreprises. Economies et finances. COMUE Université Côte d'Azur (2015 - 2019), 2017. Français. NNT : 2017AZUR0009 . tel-01611576

**HAL Id: tel-01611576**

**<https://theses.hal.science/tel-01611576>**

Submitted on 6 Oct 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Thèse de doctorat

## Droits de propriété intellectuelle, Cloud Computing et e-performances des entreprises

*Présentée en vue de l'obtention du  
grade de docteur de l'Université Côte d'Azur*

École doctorale N°513: *ED-DESPEG*

Discipline : *Sciences économiques*

Soutenue le : *19 Mai 2017*

Par

**Teja Maherzi Zahar**

---

### **JURY**

Rapporteurs : Hatem Mhenni, Professeur des Universités, Université de la Manouba  
Rim Mouelhi, Professeur des Universités, Université de la Manouba

Directeur de thèse : Adel Ben Youssef, Maître de Conférences HDR, Université Côte d'Azur

Membres : Nathalie Lazaric, Directrice de Recherches CNRS, GREDEG-CNRS, Université Côte d'Azur  
Edward Lorenz, Professeur des Universités, Université Côte d'Azur  
Yusuf Kocoglu, Maître de Conférences, Université de Toulon-Var

# Remerciements

Je commencerai ma longue liste de remerciements par mon encadreur Adel BEN YOUSSEF dont j'ai mis les nerfs à rude épreuve par mon défaitisme. Il n'a jamais ménagé ses efforts pour me guider et me prodiguer ses précieux conseils.

Son savoir, ses profondes connaissances m'ont été d'un indéniable apport. Il n'a jamais cessé de croire en moi, il a fait d'énormes sacrifices et s'est toujours montré présent et compréhensif à mon égard.

Je peux, en effet, affirmer sans risque de me tromper que sans l'aide inestimable de Monsieur Adel Ben Youssef je ne serai pas devant vous aujourd'hui.

J'associe à ces remerciements Professeur Hatem M'HENNI pour ses conseils, sa confiance tout au long de ce travail et d'avoir accepté la fonction de rapporteur. De même, je suis particulièrement reconnaissante au Professeur Rim MOUELHI de l'intérêt qu'elle a manifesté à l'égard de cette recherche en s'engageant à être rapporteur.

Je ne manquerais pas non plus de dire un grand merci au Professeur Edward LORENZ qui a accepté, sans réserve aucune, d'être membre du jury et d'évaluer cette thèse.

Mes remerciements vont également au Professeur Nathalie LAZARIC d'avoir accepté d'être membre du jury.

J'aimerais adresser un remerciement au Professeur Yusuf KOCOGLU d'avoir accepté d'être membre du jury.

Mes remerciements vont aussi à Walid HADHRI pour son soutien et aide tout au long de la thèse et de m'avoir consacré du temps à chaque fois que j'en avais besoin. Je remercie également Chéma ABDERRAZAK pour ses conseils, son aide et sa disponibilité tout au long de ce parcours.

Je tiens également à remercier tous les membres de ma famille qui ont contribué, chacun à sa manière, à l'élaboration de cette thèse qui a failli avoir raison des forces et de la patience de tous mes proches.

Ma reconnaissance illimitée dans le temps et l'espace va à mon très cher père Lamine MAHERZI dont la patience, la gentillesse, la disponibilité, l'amour et la générosité ont fait de moi non seulement ce que je suis mais aussi ce que je voudrais être. C'est assurément à lui que je dois tout.

Ma mère Leïla EL KAMEL MAHERZI que je ne remercierai jamais suffisamment tant elle a été omniprésente dans ma vie, mes études et tous mes choix cruciaux. Elle n'a jamais rechigné à l'effort pour me venir en aide, pour me permettre de m'épanouir et d'atteindre mes objectifs.

Je lui saurais gré de tout.

Mes remerciements s'adressent évidemment à mon époux Tahar ZAHAR qui, de par sa disponibilité, son affection et sa présence à mes côtés dans les périodes de doute, de questionnement et de remise en question de tout un travail et du choix fondamental quant à mon futur professionnel voire existentiel m'a apporté un soutien indéfectible, précieux et indispensable.

Je n'oublierai certainement pas l'aide ô combien précieuse et affectueuse de ma tante Hager EL KAMEL AZZOUZ qui a été pour moi bien plus qu'une tante de par son soutien moral, sa présence auprès de moi et de mes enfants lorsqu'il m'était si difficile de concilier obligations de recherche et responsabilités maternelles.

Même mon frère Mehdi MAHERZI, pourtant mon cadet de deux ans, et son épouse Shirine n'ont pas été en reste pour m'apporter leur aide, ils ont su être là quand il fallait et ont assumé avec beaucoup d'amour et de disponibilité le rôle qui était le leur. Je leur en saurais gré.

Mon beau père Taïeb ZAHAR a su faire preuve de beaucoup de compréhension et de clairvoyance aux fins de me voir terminer avec succès mon travail. Je l'en remercie vivement.

Je voudrais également adresser mes plus affectueux sentiments à ma belle mère Ahlem ZAHAR qui n'a épargné aucun effort pour me venir en aide dans les moments les plus difficiles où mon travail de recherche nécessitait une concentration optimale de ma part et où mes obligations maternelles étaient telles que je n'y serais jamais arrivée seule.

C'est avec beaucoup de sincérité et de reconnaissance que j'adresse mes remerciements les plus vifs à ma belle sœur Farah ZAHAR qui a mis du sien pour faire en sorte que je termine mon travail et que j'atteigne mes objectifs.

Je remercie aussi mon beau frère Amine ZAHAR et son épouse Sélina qui m'ont énormément soutenue de près ou de loin en m'assurant de leur confiance en moi et en me donnant le tonus nécessaire lorsque la motivation venait à manquer.

Je ne voudrais certainement pas omettre de remercier profondément la grand-mère de mon époux Saïda MOUAFFAK qui a joué un rôle prépondérant dans mon entreprise doctorale par sa sagesse communicative, sa confiance inaltérable en ma réussite et ses prières aussi réconfortantes qu'apaisantes.

Je remercie aussi la tante de mon époux Asma MOUAFFAK qui ne cesse de m'entourer de toute son affection et qui a toujours su se rendre disponible pour moi.

Finalement j'aimerais dédier les dernières lignes de ces remerciements à mes deux enfants Dalila et Khaled sans lesquels tout cela n'aurait pas été possible, que DIEU les garde et les préserve de tout mal.

## Sommaire

Introduction générale .....	1
Partie I .....	17
Les formes des droits de propriété intellectuelle et les comportements d'innovation.....	17
Chapitre 1 .....	18
Droits de propriété intellectuelle et Innovation : de l'Innovation fermée à « <i>L'Open Innovation</i> » .....	18
1.1. Introduction .....	18
1.2. Mise en perspective historique des droits de propriété intellectuelle...	19
1.3. Les DPI comme une nouvelle arme stratégique des firmes .....	38
1.4. Le rôle stratégique des brevets sur les marchés .....	42
1.5. « <i>L'Open Innovation</i> » suppose une utilisation des DPI .....	47
1.6. La propriété intellectuelle : un moyen d'accéder à de nouvelles technologies et permet un déploiement large des TIC .....	52
1.7. Conclusion.....	53
Chapitre 2 .....	56
Innovation défensive, innovation par les utilisateurs et droits de propriété intellectuelle.....	56
2.1. Introduction .....	56
2.2. La théorie de l'innovation défensive.....	57
2.3. L'intégration du commerce dans un contexte nord-nord.....	61
2.4. L'intégration du commerce dans un contexte nord-sud .....	63
2.5. L'appropriation de l'innovation et les DPI.....	66
2.6. L'innovation par les utilisateurs et les DPI.....	69
2.7. Conclusion.....	79
Partie II.....	81
Adoption et Usage du Cloud Computing .....	81
Chapitre 3 .....	82
Les dynamiques d'adoption du CC comme technologie générique .....	82
3.1. Introduction.....	82
3.2. L'émergence du Cloud Computing .....	84
3.3. Les modèles de service et de déploiement du CC .....	89
3.4. Les avantages et les inconvénients du CC.....	103
3.5. Une analyse <i>SWOT</i> et une analyse par les parties prenantes .....	114
3.6. Conclusion (vers une éthique dans le CC) .....	128
Chapitre 4 .....	131
La dynamique d'adoption du CC par les agents économiques.....	131
4.1. Introduction.....	131
4.2. Un détour par la théorie de l'adoption des innovations .....	133
4.3. L'adoption des technologies de l'information : un cadre conceptuel ...	136

4.4.	Une analyse des coûts et des bénéfices de l'adoption du CC .....	143
4.5.	Une modélisation micro-économique de la décision d'adoption du CC de la part des consommateurs .....	158
4.6.	Conclusion.....	170
<b>Partie III</b>	.....	<b>172</b>
<b>Les déterminants de l'adoption du CC : Le rôle de la capacité d'absorption technologique et du changement organisationnel</b>	.....	<b>172</b>
<b>Chapitre 5</b>	.....	<b>173</b>
<b>L'adoption du Cloud Computing dans les pays émergents : le rôle de la capacité d'absorption</b>	.....	<b>173</b>
5.1.	Introduction.....	173
	<i>Adoption of Cloud Computing in Emerging Countries: The Role of the Absorptive Capacity</i> .....	175
5.2.	Adoption of CC in Emerging Countries: the specific role of firms' technological absorptive capacity.....	178
5.2.1.	Environment: competition pressure, Internet connection and CC adoption	178
5.2.2.	Technology: perception of CC and its adoption .....	180
5.2.3.	Organization: absorptive capacity of the firm and CC adoption .....	181
5.2.4.	The Model.....	185
5.3.	Research study.....	187
5.3.1.	The Context of Tunisia .....	187
5.3.2.	Sample and data description .....	187
5.4.	Two stages estimation method .....	188
5.5.	The Variables .....	190
5.6.	Results and discussion .....	192
5.6.1.	Adoption of CC: analysis of the entire sample.....	194
5.6.2.	A focus on firms that have adopted CC for innovation reasons.....	196
5.6.3.	Limitations of our study .....	199
5.7.	Concluding Remarks .....	200
<b>Chapitre 6</b>	.....	<b>202</b>
<b>Les E-compétences et l'adoption du Cloud Computing</b>	.....	<b>202</b>
6.1.	Introduction.....	202
	<i>E-skills and the Adoption of Cloud Computing</i> .....	204
6.2.	Firms' adoption of cloud computing.....	207
6.3.	Empirical study.....	211
6.4.	Results and discussion .....	215
6.5.	Concluding remarks and managerial implications .....	219
<b>Conclusion générale</b>	.....	<b>221</b>
<b>Références</b>	.....	<b>229</b>
<b>ANNEXES</b>	.....	<b>266</b>

<b>Table des matières .....</b>	<b>269</b>
---------------------------------	------------

## Résumé

L'objectif de cette thèse consiste à analyser de quelle manière l'usage du Cloud Computing (CC), présenté comme une nouvelle forme de droit de propriété intellectuelle (DPI), peut modifier l'intensité et l'usage des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) au sein des entreprises. Cette question s'insère dans la théorie de la diffusion des technologies (Mansfield, 1963, Antonelli, 1985, Karshenas et Stoneman, 1995). Il s'agissait de comprendre si la modification de la forme des DPI pourrait agir sur la diffusion et l'intensité d'usage de ces technologies selon les prédictions de la théorie de l'équilibre (Karshenas et Stoneman, 1993) ou la théorie de déséquilibre (Mansfield, 1963, Ben Youssef et *al.* 2012). Ces questions revêtent un intérêt particulier dans les économies en développement compte tenu des effets de rattrapage technologique qui sont sous-jacents. En effet, le CC a été présenté comme la solution idéale. Parmi les résultats novateurs de cette thèse sont les suivants nous en citons trois : Premièrement, dès lors que les firmes cherchent à innover, l'adoption du CC dépend de la capacité d'absorption technologique. La capacité d'absorption technologique, telle que nous l'avons redéfini, construite par l'accumulation de connaissances et de procédés en matière de gestion des innovations et des technologies permet une intégration plus facile des nouvelles technologies dans les schémas de fonctionnement de l'entreprise. Deuxièmement, les compétences numériques sont fondamentales dans la décision d'adoption afin d'insérer le CC dans la continuité des anciennes TIC, de gérer la perception de la complexité de la technologie et des risque associés. Enfin, la diffusion du CC dépend en grande partie de la perception des consommateurs de cette nouvelle technologie. Plus les consommateurs font confiance à la sécurité du CC et plus la concurrence entre les entreprises permet de relâcher la concurrence en prix. Les perceptions des consommateurs concernant la sécurité du CC impactent la concurrence en prix et en qualité des firmes (fournisseurs de services de CC) et déterminent ainsi le degré de diffusion. Ces perceptions des consommateurs à propos du CC jouent un rôle important dans la pénétration du Cloud. Plus généralement, notre thèse montre que les arguments de la théorie de l'équilibre (la réduction des coûts et les gains escomptés ne sont pas les seuls facteurs motivant l'adoption du CC, des facteurs mimétiques liés à la concurrence ou l'environnement de l'entreprise jouent un rôle important. Ceci ouvre des perspectives pour la régulation et les politiques économiques en matière de définition des CC nationaux ou encore en matière de sécurité des données.

**Mots clés :** Technologies de l'information et de la communication (TIC), droits de propriété intellectuelle (DPI), innovation ouverte (*Open Innovation*), innovation défensive, les utilisateurs innovateurs (*Lead Users*), Cloud Computing (CC).

## Abstract

The objective of this thesis is to analyze in what way the use of cloud computing (CC) presented as a new form of intellectual property right (IPR), can modify the intensity and use of information and communication technology (ICT) within companies. This question fits into the technology's distribution theory (Mansfield, 1963, Antonelli, 1985, Karshenas et Stoneman, 1995). It intended to know if the modification of the form of the IPR could act on the distribution and intensity of the use of these technologies according to the prediction of the theory of balance (Karshenas et stoneman, 1993) or the theory of imbalance (Mansfield, 1963, Ben Youssef et al. 2012). These questions take on a particular interest in developing economies considering the related effects of technological catching up. In fact, the cloud computing was presented as the ideal solution. Among the innovative results of this thesis, three 'aspects' will be mentioned as follows: In the first place and since the firms are looking for innovation, the adoption of cloud computing depends on the technological absorptive capacity as we have redefined it, built on the accumulation of knowledge and processes related to the management of innovations and technologies allows an easier integration of the new technologies in the plan of the company' functioning. Secondly, the digital skills are fundamental in the decision of adoption in order to insert the cloud computing in the continuity of former technologies, to manage the perception of the complexity of this technology and the associated risks. Finally, the distribution of the cloud computing depends largely on the consumers perception of this new technology. The more the consumers trust the security of the cloud computing, the more the competition among the companies allows to the competition in prices. The perceptions of the consumers about the security of the cloud computing have an impact on the competition for both price and quality among the firms (service providers) and determine the level of the distribution. These perceptions play an important role. More generally this thesis shows that the arguments of the theory of balance (the cost cuts and earning) are not the only elements motivating the adoption of the cloud computing, mimetic elements related to the competition or the environment of the company play an important role as well. This opens perspectives on the regulation and economic policies regarding national cloud computing, and more than that regarding the safety of the data.

**Key words:** Information and communication Technology (ICT), intellectual property right (IPR), open innovation, defensive innovation, lead users, cloud computing (CC).

# Introduction générale

Les deux dernières décennies ont été caractérisées par un recours croissant aux technologies de l'information et de la communication (TIC) par les agents économiques transformant ainsi le fonctionnement de l'économie, les interactions sociales et les performances des entreprises. En effet, les TIC font partie d'un faible nombre de technologies ayant entraîné des changements radicaux qualifiés par certains auteurs de technologies génériques « *General Purpose Technologies* » (Bresnahan et Trajtenberg, 1995 ; Helpman, 1998 ; Cardona et al. 2013 ; Strohmaier et Rainer, 2016). Parmi les technologies génériques nous pouvons citer les exemples de la machine à vapeur ou encore celui de l'électricité qui ont été à l'origine de révolutions industrielles majeures (David, 1990).

Les TIC sont utilisées à la fois par tous les acteurs économiques et impactent directement le fonctionnement du système économique et social dans son ensemble. Leur potentiel dans l'augmentation de la croissance économique, la productivité et l'innovation a été longuement discuté et démontré dans de nombreuses régions du monde. A titre d'exemple, la Commission Européenne estime que la moitié de la croissance de la productivité en Europe est induite par l'usage des TIC (Commission Européenne, 2014). Afin de mieux saisir l'ampleur et les diverses facettes de cette transformation digitale de nos sociétés, nous proposons un bref survol de quelques impacts de l'usage croissant des TIC sur l'économie.

## 1.1. Les TIC ont permis la transformation digitale de l'économie mondiale

La révolution numérique est en train de transformer le monde, facilitant les flux d'information et la montée en puissance des pays en développement qui sont en mesure de tirer profit de ces nouvelles opportunités (Basu, 2016). A titre d'exemple, la diffusion du téléphone mobile a été spectaculaire dans des zones caractérisées par des retards importants en matière d'infrastructures comme le continent africain. Sur ce continent, le nombre d'abonnements à la téléphonie mobile a augmenté de manière spectaculaire, passant de 22,9 à 89,4 % entre 2005 et 2013. Les estimations font

également état que 40 % de la population mondiale est connectée à l'Internet (Basu, 2016). En l'espace de moins d'une génération, des pans entiers de notre quotidien ont changé avec ces nouvelles technologies et services. Le haut débit datant du début des années 2000 et la fibre du milieu des années 2000 se sont rapidement diffusés de telle sorte qu'ils sont de nos jours les technologies dominantes en Europe. Les réseaux sociaux font partie intégrale de notre quotidien de nos jours. A titre d'exemple, Facebook a été créé en 2004, YouTube en 2005, Twitter en 2006. Ces modes de communications et de raccordement aux autres agents économiques sont devenus les matrices principales du fonctionnement de nos sociétés. Sur un autre plan, l'iPhone, ayant révolutionné la téléphonie mobile et accéléré le marché des téléphones intelligents (*smartphones*), est apparu en 2007, son écosystème d'affaires l'AppStore en 2008. Aujourd'hui avec les smartphones, les agents économiques possèdent de nombreuses technologies permettant d'augmenter le travail à distance, d'améliorer leurs activités physiques et leurs performances intellectuelles. L'apparition de la nouvelle tendance du "*Quantifying Self*" permettant l'autorégulation de nos comportements grâce aux technologies numériques constitue une rupture importante dans notre manière d'agir et de penser le monde. L'identité virtuelle et l'existence dans le monde numérique ne sont plus un luxe mais une nécessité pour tout salarié et toute entreprise. De nouveaux outils se sont diffusés largement dans la société et sont déjà en partie ancrés dans le quotidien des agents économiques. L'univers des interactions des agents économiques a conduit à de profonds impacts sur les populations défavorisés

## **1.2. Les technologies numériques favorisent l'inclusion sociale**

Une question importante s'est posée d'emblée sur les impacts de ces technologies sur les couches les plus défavorisées. Les impacts des TIC sur l'inclusion sociale sont importants. Le spectre d'une fracture numérique accentuant les fractures sociales existantes était clairement posée (Ben Youssef, 2004). Sans disposer d'une réponse tranchée à ce sujet, il existe une forte présomption qu'une grande partie des individus les plus défavorisées ont pu bénéficier partiellement de ces technologies. A titre d'exemple, l'Inde a fourni une identité numérique à caractère unique à près d'un milliard de personnes en cinq ans ; elle a par ailleurs élargi l'accès aux services publics et réduit la corruption sur ce front. Et dans le domaine des services de santé

publique, de simples SMS se sont avérés efficaces pour rappeler à des personnes vivant avec le VIH de prendre leurs médicaments vitaux (Rapport Banque Mondiale, 2016).

Les impacts sur l'inclusion sociale peuvent également être réalisés par le biais de services comme les services de paiement mobile, en constant développement ces dernières années. Dans un contexte de sous-bancarisation, de nombreux pays en voie de développement ont pu adapter et utiliser efficacement les services de paiement mobile. Ce succès a été fortement documenté empiriquement. Quand les banques commerciales sont inaccessibles à une partie de la population, elles ne sont pas considérées comme des institutions efficaces (Allen *et al.* 2012 ; Dupas *et al.* 2012). Dans ce cas, les espèces constituent le seul moyen de paiement universel, les banques étant réservées à la gestion de l'épargne et utilisées par une partie minoritaire de la population. Quand les téléphones mobiles sont beaucoup plus nombreux que les comptes bancaires, les opérateurs mobiles proposent des solutions de m-paiement, avec ou sans l'appui des banques. Opérateurs et banques ont des motivations et des intérêts partagés dans la fourniture du service (Chaix et Torre, 2015).

Plus de 40 % des adultes en Afrique de l'Est paient leurs factures de services publics par téléphone mobile. Le téléphone mobile rend la communication aisée et peu onéreuse en minimisant l'investissement en infrastructures et en diffusant services et informations dans de nombreux endroits où le téléphone et la connexion Internet n'avaient aucune chance de s'imposer. Le potentiel des TIC pour accélérer le développement des pays en développement est important. Celles-ci croissent à des rythmes permettant de réduire le taux de pauvreté en améliorant la productivité et la qualité de gestion des administrations (Asian Development Bank Institute 2001).

### **1.3. L'ubérisation croissante de l'économie est en marche**

L'avènement des TIC a conduit à un changement d'approche et de modèle d'affaires pour les entreprises. Il ne suffit pas pour une entreprise d'offrir des produits et des prestations de services uniquement, il s'agit également d'aider à structurer les communautés des utilisateurs et des partenaires des entreprises. A cet égard, aider et consulter leurs clients professionnels afin de tirer profit des nouveaux modèles d'affaires a été un souci constant associé aux TIC.

En matière de modèle d'affaires, les TIC ont été à l'origine de la création d'un nouveau type d'entreprise comme Uber et Airbnb qui ont provoqué une rupture avec les modèles d'affaires classiques. La société Uber a été à l'origine d'une plateforme technologique qui connecte des chauffeurs professionnels expérimentés avec des consommateurs *via* un téléphone portable ou l'Internet (Boulet-Gercourt, 2014). Cette entreprise a connu une croissance accrue et un succès mondial en quelques mois transformant littéralement un secteur classique datant de plusieurs décennies. De manière similaire, Airbnb est une société d'hébergement de particulier à particulier. L'entreprise a été créée fin 2008 et est devenue une entreprise multinationale. D'autres exemples ont également émergé en matière d'économie collaborative rendue possible par les TIC. L'exemple de la plateforme de crédit Lending Club lancée en 2007 est frappant. Cette plateforme a facilité les prêts de particulier à particulier, c'est-à-dire, sans intermédiation bancaire, toujours selon le même principe : aucune garantie contre un défaut de paiement, mais une sélection rigoureuse des emprunteurs. Son modèle est fondé sur l'examen de 180 critères pour l'obtention des prêts, facilité par l'existence d'une information riche à ce sujet. En prenant en compte les risques de défaut, le rendement des prêts varie entre 5% et 9%. Au départ, le développement technologique prime. L'outil, l'utilisation de bases de données et les appréciations laissées par les utilisateurs font que les utilisateurs acceptent davantage ce qui aurait pu paraître comme très risqué il y a seulement quelques années, en l'occurrence prêter de l'argent à des étrangers sur Internet. Ce modèle tend à se diffuser à toute l'économie et l'ubérisation de l'économie contribue à changer le modèle d'affaires de nombreux secteurs et le partage de la rente entre les acteurs économiques. Les frontières sectorielles tendent à se rétrécir et les barrières à l'entrée tiennent faiblement dans le monde numérique.

#### **1.4. Les TIC ont permis le décloisonnement sectoriel**

Au début des années 2000, nous avons assisté à un décloisonnement sectoriel vertical reliant client et fournisseur. Les opérateurs avaient alors tiré parti de la « standardisation diversifiante » rendue possible par les évolutions des TIC ayant induit la « numérisation » des contenus écrits, audio et vidéo issus du monde « analogique » et une diversification accrue de la nature des usages des TIC (Le Goff, 2000). Nous assistons de nos jours à une seconde vague caractérisée par le

décloisonnement de nombreux secteurs comme les transports, l'énergie, la presse... (Bainée et Le Goff, 2016).

Afin de comprendre les enjeux de ce décloisonnement induit par la seconde vague, nous proposons de discuter les cas de mutations dans les industries des transports, de l'énergie et du numérique.

La première mutation, de nature économique, repose sur le décloisonnement intra-sectoriel. Dans le monde de l'économie numérique, les opérateurs de contenus proposent directement leurs services à travers des opérateurs de télécommunication. Ces derniers recherchent la même intégration verticale en partant des infrastructures et en allant vers les contenus.

La seconde mutation, de nature plutôt technologique, tient à un décloisonnement horizontal, principalement entre les industries des télécommunications, des transports et de l'énergie, qui va à l'encontre de la logique d'intégration ou de quasi intégration verticale prévalant jusqu'alors au sein de ces industries (Bainée et Le Goff, 2016). Avec cette stratégie « de marché augmentée », nous voyons apparaître des secteurs entiers de l'économie. Cette logique de « décloisonnement sectoriel » conduit à l'abandon d'une organisation en silos des activités industrielles et servicielles, c'est-à-dire, avec un fort degré d'indépendance, et lui préfère une organisation systémique capitalisant sur le rapprochement et, plus encore, sur l'intrication de ces activités. Les secteurs de l'énergie, du transport et du numérique nous semblent refléter le mieux les tendances en cours (Bainée et Le Goff, 2016).

Dans le monde de l'économie numérique, nous assistons également à un changement de rôle pour les géants du secteur. A titre d'exemple, l'infomédiaire Google a étendu son champ d'activités, depuis le secteur du numérique, vers les secteurs de l'énergie puis des transports voire de la médecine. Dans le premier cas, Google a lancé Google Energy en 2009, une filiale à 100 %, produisant, achetant et vendant de l'électricité. La colossale consommation en électricité de ses serveurs (*data centers*) et la perspective d'assurer son indépendance énergétique figurent parmi les arguments justifiant cette stratégie. Dans le second cas, le groupe s'est positionné sur le marché automobile avec la « Google Car », un prototype de véhicule autonome destiné à la commercialisation à l'horizon 2020. En cela, il a montré la voie à d'autres acteurs du

numérique qui développent des technologies similaires, à l’instar de la société Apple, Facebook ou encore Yahoo. Pour Google, la voiture autonome peut s’envisager comme un prolongement du développement des services de cartographie Google Maps et Google Street View et s’appuie notamment sur l’énorme capacité de calculs de ses serveurs. L’émergence de nos jours de plus en plus de voitures autonomes valide ce raisonnement et cette stratégie commerciale.

Ainsi, le secteur du numérique a permis à Google d’étendre son champ d’activité et d’aller vers d’autres secteurs comme l’énergie et les transports. Chaque secteur mobilise des équipements issus de l’industrie numérique (capteurs, domotique<sup>1</sup> et bornes de recharge domestique connectées pour voitures électriques) (Bainée et Le Goff, 2016).

### **1.5. Des monnaies et des modèles de financement alternatifs ont vu le jour**

Les changements économiques n’ont pas été uniquement au niveau des secteurs mais ont également touché le fonctionnement macro-économique de notre économie. A titre d’exemple, la montée en puissance des transactions en ligne a fait baisser le recours aux monnaies liquides et les banques centrales ont révisé leurs quantités de monnaie fiduciaire. C’est le phénomène du « *Cashless Society* » ou société sans liquide. Le principe de “*Cashless Society*” repose sur le fait de faire disparaître la monnaie liquide au sein d’une société. C’est en Suède où l’on trouve l’exemple le plus frappant. Les chiffres sont sans équivoque : « l’argent liquide en circulation représente aujourd’hui 78 milliards de dollars, contre 106 milliards en 2009, et devrait diminuer de 20 à 50% d’ici à 2020 » selon la Banque Centrale Suédoise. La Suède a d’ailleurs un objectif de disparition totale de l’argent liquide d’ici 2030 (Willer-Cerclier, 2016). Cette disparition programmée de la monnaie fiduciaire laisse donc place à de nombreuses innovations au niveau du paiement dématérialisé. Si l’on se focalise sur le paiement mobile, nous pouvons notamment citer l’application *Swish*.

---

<sup>1</sup> La domotique tient une place majeure dans l’adaptation des logements et dans le maintien des personnes âgées en perte d’autonomie à domicile. Elle regroupe l’ensemble des techniques (électronique, informatique, physique du bâtiment, télécommunications) permettant de centraliser le contrôle des systèmes présents dans l’habitat (chauffage, volets, etc.). Faisant appel à plusieurs types de technologies, elle favorise la mise en réseau des appareils (Rengot, 2015). Elles visent à assurer des fonctions de sécurité, de confort, de gestion d’énergie et de communication que nous pouvons retrouver dans une maison.

Utilisée par un Suédois sur trois, cette application, devenue une référence en Suède, permet de payer sans argent avec son mobile, en faisant un virement immédiat au commerçant concerné. Les avantages perçus par les Suédois découlent de la disparition de la monnaie en libre circulation : baisse des délits liés à l'argent liquide et difficulté d'action pour l'évasion fiscale. Ce cas nous montre donc que la démocratisation du paiement mobile est possible. En revanche, des pays comme la France demeurent en retard dans ce domaine. En effet, le paiement mobile est présent en France depuis plus de 10 ans puisque la première solution de m-paiement fut déployée en 2003 pour les places de stationnement de la ville d'Issy-les-Moulineaux. Mais les consommateurs ne sont pas encore totalement enclins à payer avec leur mobile. Selon une étude du cabinet Deloitte, seulement 8% des utilisateurs de *smartphones* ont eu recours à du m-paiement en 2015. La hausse est bien là (+5% comparé à 2014) mais elle est à relativiser car les freins à l'utilisation du paiement mobile sont encore nombreux. L'insécurité demeure en tête de ces interrogations, avec une difficulté pour les acteurs du secteur à rassurer les consommateurs. Il est donc primordial pour ces derniers d'être transparents et performants sur la sécurisation des données. L'autre frein principal est relatif à l'usage de ces nouveaux modes de paiement. Les personnes interrogées ne voient pas réellement les bénéfices apportés par ces solutions. Quand payer d'un geste avec son téléphone est quasiment identique au paiement avec une carte classique, le bénéfice apporté est en effet difficilement explicable. Les consommateurs préfèrent donc avoir recours aux méthodes classiques de paiement. Les enjeux du m-paiement, au-delà de la sécurité, seront donc de faciliter le paiement des Français au quotidien (Willer-Cerclier, 2016).

Les TIC ont été également à l'origine de modèles de financement alternatifs aux modèles standard. Né de l'économie collaborative, le financement participatif, *crowdfunding* (« financement par la foule »), est un phénomène qui connaît un véritable engouement (Belleflamme et *al.* 2015). Plusieurs raisons expliquent cette tendance. D'une part, le *crowdfunding* permet de faire appel à une communauté d'internautes (artistes, ménages ou entreprises) pour obtenir des fonds sans passer par les circuits classiques de financement (les banques). D'autre part, l'entreprise peut lancer une dynamique de co-conception en recueillant les avis de sa communauté

pour enrichir ou améliorer les produits et leurs fonctionnalités. Cet échange permet ainsi d'assurer un lancement efficace au produit auquel la foule a participé.

Enfin, ceux qui financent et qui s'impliquent dans la création d'un produit seront les premiers à en parler autour d'eux s'ils en sont satisfaits. La communauté donnera alors un écho positif sur l'ensemble de ses réseaux sociaux. C'est donc une nouvelle manière de financer ses projets (InnovationWeek, 2014). La France et le Royaume-Uni font figures de pays leaders en matière de *crowdfunding*, mais loin derrière les Etats-Unis. Une plateforme comme celle de *Kisskissbankbank* enregistre une croissance de son activité d'environ 30% chaque mois (Microsoft RSLN, 2012).

### **1.6. Les TIC ont également transformé le marché du travail, les compétences des travailleurs et la nature des emplois**

Les modifications en profondeur de la numérisation croissante ont naturellement impacté le marché du travail. Si nous nous intéressons au cas de l'Europe, nous constatons que l'économie de l'Internet a créé cinq emplois pour deux emplois « hors ligne » détruits (Commission Européenne, 2014). L'économie numérique de l'UE croît au rythme de 12 % chaque année et pèse aujourd'hui plus lourd que l'économie de la Belgique. L'UE compte davantage d'abonnements de téléphonie mobile que d'habitants. Le secteur des TIC emploie 7 millions de personnes en Europe et accuse une pénurie de main d'œuvre. Ainsi, l'économie numérique offre de nombreux débouchés à ceux qui sont prêts à les saisir. Le nombre d'emplois requérant des compétences dans le domaine des TIC devrait augmenter de 16 millions d'ici à 2020 (Commission Européenne, 2014).

Mais ce changement technologique n'est pas neutre. Alors qu'il permet la création d'emplois et de nouveaux métiers (surtout qualifiés), il détruit en même temps d'autres emplois. En effet, le développement de l'économie numérique provoque la disparition tendancielle d'un certain nombre de professions (Rotman, 2013).

Ce phénomène prend plusieurs formes (Colin et *al.* 2015) : l'automatisation de certaines tâches (notamment les plus « routinières »)<sup>2</sup>. Elle concerne les professions d'ouvriers ou d'employés de bureau et, de plus en plus, les métiers de la vente de détail et du service aux clients (automatisation croissante des agences bancaires, des caisses automatiques dans les supermarchés ou de l'accueil dans les stations de métro). L'irruption de l'intelligence artificielle, en particulier des algorithmes d'apprentissage et l'automatisation croissante commence à concerner des professions plus qualifiées qui, tels les avocats ou les médecins, sont fondées sur la maîtrise de grandes bases de connaissances. En effet, dès lors que les technologies numériques permettent d'équiper les utilisateurs des outils nécessaires pour exécuter eux-mêmes certaines tâches, il est alors attendu qu'elles feront disparaître les professions correspondantes (par exemple, l'achat en ligne affecte la profession de vendeur en magasin). Dans certains cas, ce n'est pas le consommateur lui-même qui prend en charge la production, mais la multitude des internautes. Le « travail gratuit » des individus tend à évincer certaines professions (les rédacteurs de guide de voyage sont évincés par TripAdvisor, les rédacteurs d'encyclopédies, par Wikipedia voire les journalistes par les bloggeurs). Dans le même temps, les technologies numériques permettent d'équiper des individus pour qu'ils puissent offrir un produit souvent moins cher et d'une qualité supérieure par rapport aux professionnels (par exemple, Airbnb permet à une multitude d'amateurs de concurrencer directement les hôteliers professionnels) (Colin et *al.* 2015).

L'emploi numérique n'est pas constitué que d'ingénieurs informatiques ; ce sont aussi les chauffeurs de VTC (Véhicule de Tourisme avec Chauffeur), les emplois logistiques de la vente en ligne, les particuliers qui offrent des prestations touristiques et des travaux de réparation. L'économie numérique n'exclut donc pas du tissu productif les travailleurs moins qualifiés. En revanche, elle tend à les déplacer de métiers routiniers, facilement automatisables, vers des tâches qui reposent sur des interactions humaines, pour lesquelles le robot ou l'ordinateur ne sont pas de bons substituts (Colin et *al.* 2015). L'économie numérique crée principalement deux catégories d'emplois : d'une part, des emplois bien rémunérés, à dimension

---

<sup>2</sup> On entend par là les tâches qui peuvent se décrire comme l'application d'une série de règles bien définies et peuvent donc être codées sous forme d'algorithme puis exécutées par un ordinateur ou un robot (Colin et *al.* 2015).

managériale ou créative, requérant une qualification élevée ; d'autre part, des emplois peu qualifiés et non routiniers, largement concentrés dans les services à la personne, qui sont peu rémunérés car leur productivité reste faible (Colin et *al.* 2015).

La numérisation de l'économie a conduit à poser la question des compétences numériques des salariés et de leurs capacités à utiliser les nouvelles technologies (E-skills) (Ben Youssef et *al.* 2013 et Ben Youssef et *al.* 2016). L'Union Européenne à titre d'exemple a développé une stratégie relative aux compétences numériques. Lancée en mai 2010, la stratégie numérique pour l'Europe vise à stimuler l'économie européenne grâce aux avantages sociaux et économiques durables générés par le marché unique numérique. Dans l'Union Européenne (UE), 250 millions d'individus utilisent l'Internet tous les jours, mais des millions d'autres ne se sont jamais connecté de leur vie ! Ces personnes éprouvent des difficultés particulières à profiter des avantages des nouveaux contenus et services électroniques. Étant donné que de plus en plus de tâches quotidiennes sont réalisées en ligne, tout le monde a besoin de compétences numériques avancées pour participer pleinement à la société (Commission Européenne, 2014). L'économie numérique croît sept fois plus vite que le reste de l'économie, et cette croissance est essentiellement alimentée par l'internet à haut débit. Le développement des réseaux à haut débit a autant d'impact que celui des réseaux électriques et de transport il y a un siècle. La réalisation des objectifs de la stratégie numérique ouvrirait la voie à des services innovants tels que la santé en ligne, les villes intelligentes (*Smart Cities*) et la production fondée sur l'exploitation des traces numériques (les données générées par les utilisateurs). Le remplacement des factures papier par des factures électroniques dans toute l'UE permettrait d'économiser environ 240 milliards d'euros sur une période de six ans. L'objectif est de faire de la facturation électronique la principale méthode de facturation en Europe d'ici à 2020. Le secteur public pourrait économiser jusqu'à 1 milliard d'euros par an si toutes les factures étaient envoyées sous format électronique (Commission Européenne, 2014).

Nombre d'études convergent sur le constat qu'alors que les utilisateurs de l'Internet sont de plus en plus nombreux en Europe, près de 50 % de la population ne possèdent pas de compétences numériques suffisantes pour notre environnement de travail actuel. Ce déficit de compétences persiste alors que l'Europe n'a jamais eu autant

besoin de spécialistes de TIC et que la création d'emplois dans ce secteur est bien plus rapide qu'ailleurs.

### **1.7. Droits de Propriété Intellectuels et usage des TIC**

La diffusion des TIC, l'accès aux contenus et aux services ainsi que leur usage effectif sont conditionnés par l'existence de droits d'auteur et de brevets, que ce soit à travers l'appropriation des TIC (droit d'auteur protégeant les logiciels et brevets sur les technologies), la protection de contenus (biens culturels et certaines techniques) ou via les moyens mis en œuvre pour garantir l'effectivité de cette protection (actions juridiques et rétorsions commerciales) (Rochelandet, 2006). Diffusion des TIC et DPI (Droits de Propriété Intellectuels) sont donc étroitement liés et au cœur de ces deux dimensions, on retrouve les comportements d'innovation. Mais aujourd'hui, nous assistons à une profonde transformation numérique où d'autres formes de technologies n'obéissant pas au paradigme standard des DPI émergent. Les mouvements comme le *copyleft*, les *creative commons* ou encore les logiciels libres montrent que la protection par la DPI n'est pas l'unique solution pour le développement du numérique.

A ce titre, le *Cloud Computing* (CC) est présenté comme une avancée majeure dans l'histoire de l'informatique (Sultan, 2014). Ce nouveau paradigme en informatique est considéré comme une technologie de rupture<sup>3</sup> « *Disruptive Technology* ». Le CC est d'abord une TIC mais c'est aussi une nouvelle forme de DPI. En effet, les applications sont téléchargées à partir de serveurs d'un opérateur et ne figurent plus sur le disque dur de l'utilisateur. Dans ce cadre, les applications n'ont plus à être reproduites et elles n'existent qu'en un seul exemplaire sur l'ordinateur du concepteur ou parfois même disséminées sur le réseau, ce qui les rend encore plus difficilement reproductibles. Cette nouvelle architecture informatique modifie considérablement les impératifs de protection intellectuelle du logiciel en supprimant quasi totalement les occasions de copie ou de piratage.

---

<sup>3</sup> Une technologie de rupture est une combinaison de technologies existantes et nouvelles qui peuvent être utilisés de manière innovante pour changer les services technologiques ou paradigmes de produits (Ganguly et al. 2010).

Le logiciel<sup>4</sup> qui, sur les postes isolés de l'informatique personnelle, devrait exercer ses effets de réseaux et définir une norme commune qui permette la communication entre des millions de systèmes isolés n'a plus cette obligation. L'effet de réseau est produit par le matériel lui-même (Batsale, 2010).

Dès lors, une question se pose naturellement relativement à l'impact potentiel de ce changement de paradigme en matière des DPI sur les stratégies des firmes et sur les mécanismes d'adoption par les consommateurs. Dès lors que les TIC sont des technologies évolutives et de coordination des activités économiques nécessaires à toutes les entreprises, les formes de DPI associées conditionnent le calcul coût/avantage dans les décisions d'usage. L'émergence de l'informatique en CC constitue de ce fait un changement de paradigme dans l'usage des TIC. Ce phénomène a été annoncé comme une révolution dans les pratiques et dans l'accélération des usages par les utilisateurs.

### **1.8. Les éléments de notre problématique**

Notre problématique cherche à analyser de quelle manière l'usage du CC, présenté comme une nouvelle forme DPI, peut modifier l'intensité et l'usage des TIC au sein des entreprises. Cette question s'insère, de manière générale, dans la théorie de la diffusion des technologies (Mansfield, 1963, Antonelli, 1985, Karshenas et Stoneman, 1995). Il s'agit de comprendre si la modification de la forme des DPI pourrait agir sur la diffusion et l'intensité d'usage de ces technologies selon les prédictions de la théorie de l'équilibre (Karshenas et Stoneman, 1993) ou la théorie de déséquilibre (Mansfield, 1963, Ben Youssef et *al.* 2012). Nous avons cherché à comprendre les motivations qui poussent les firmes et les consommateurs à adopter ou ne pas adopter le CC et à clarifier les déterminants d'adoption du CC (notamment le rôle de la perception de la sécurité et la qualité offerte par les firmes). La perception des consommateurs admet un rôle dans la diffusion du CC. De manière associée, il s'agit de comprendre si les instruments de régulation sont nécessaires pour mettre en confiance les consommateurs.

---

<sup>4</sup> Est un bien immatériel et comme tel il partage certaines caractéristiques des biens d'information ou de connaissance qui le différencient des biens tangibles. Bien immatériel, communicationnel il est d'une importance sociale considérable comme en témoigne par exemple le grand nombre d'utilisateur de Facebook ou de Windows, (Batsale, 2010).

Ces questions revêtent un intérêt particulier dans les économies en développement compte tenu des effets de rattrapage technologique qui sont sous-jacents.

De manière parallèle, notre préoccupation a été de clarifier le lien entre l'adoption du CC et la capacité à innover. En effet, pour les pays émergents les enjeux se situent davantage dans la capacité à innover afin d'améliorer substantiellement leurs processus de production et leurs produits et services. De ce point de vue, le CC a été présenté comme la solution idéale. Nous avons cherché à répondre à ces questions et à proposer des contributions analytiques dans le contexte d'une économie des pays émergents.

### **1.9. Les enjeux de notre questionnement**

Notre thèse propose une triple contribution.

Dans un premier temps, la littérature économique portant sur les liens entre l'intensité d'usage des TIC et les formes de DPI est émergente et n'a pas fait l'objet d'une réflexion approfondie. Nous avons cherché dans notre thèse à utiliser le cas du CC afin de mieux saisir le lien entre un changement d'approche dans les DPI et la diffusion des TIC notamment dans le cas des pays émergents. A cet égard, notre thèse approfondit les résultats obtenus dans la théorie de l'innovation défensive (Thoenig et Verdier, 2003).

Dans un second temps, notre réflexion a mis l'accent sur le rôle des compétences numériques dans les comportements d'innovation. En effet, les changements dans les formes de droits de propriété n'ont pas été neutres sur les compétences des salariés et sur la redistribution des tâches. Ainsi, cette modification a menacé les salariés liés aux TIC qui, assez rapidement ont saisi la menace et ont freiné leur adoption. Dès lors, nous avons cherché à mieux comprendre le lien entre les compétences numériques, leurs modalités d'acquisition et la diffusion du CC.

Dans un troisième temps, notre approche a cherché à mieux comprendre les réels effets de cette technologie sur le comportement d'innovation. Pour ce faire, nous nous sommes attaché à relier les travaux existants à la notion de capacité d'absorption technologique (Bellon et *al.* 2006). Les efforts des firmes passés, leur accumulation

des connaissances sur la mise en place des anciennes TIC a un impact sur sa capacité d'absorber de nouvelles TIC. Mais dès lors que nous considérons le CC comme une rupture paradigmatique, avons nous un effet de la capacité d'absorption technologique comme dans les technologies passées ? Pouvons nous nous passer de cette capacité d'absorption dans le cas du CC ? Notre contribution s'est située sur cette clarification du rôle de la capacité d'absorption technologique et sur son rôle notamment dans le cas de l'innovation.

### **1.10. Méthodologie de la recherche**

Notre travail est à la fois d'ordre analytique et empirique. Dans une première partie, nous avons cherché à remonter aux racines historiques des DPI afin de comprendre leur importance dans l'analyse de l'économie de l'innovation et les controverses sur leurs effets. Ce détour historique était nécessaire afin de comprendre où et de quelle manière les ruptures paradigmatiques se situent pour ce qui est du développement de l'Informatique en Nuage « CC » et plus généralement les TIC.

Fort des constats établis dans la première réflexion, nous avons cherché à mieux cerner la décision d'adoption des TIC et ses fondements. L'adoption des TIC a fait l'objet d'un traitement particulier durant les deux dernières décennies. Nous avons cherché, d'une part, à comprendre les modélisations en cours et à synthétiser leurs apports et leurs limites et d'autre part à proposer une modélisation propre recourant aux modèles de différenciation verticale à la Mussa et Rosen (1978). Notre optique, complémentaire aux développements analytiques en cours a cherché à comprendre la logique du choix des qualités de CC proposées par les acteurs et comprendre son rôle dans la décision d'adoption. La sensibilité des consommateurs aux paramètres de sécurité et de fiabilité du CC nous a paru fondamentale pour la diffusion et l'usage de cette nouvelle technologie. Ces paramètres sont plus importants dans le cas du CC que dans le cas des TIC classiques.

Dans le but de valider empiriquement notre étude sur l'effet du CC d'une part sur l'intensité d'usage des TIC et d'autre part sur la capacité d'innovation, nous avons eu recours à un ensemble de méthodes économétriques appliquées sur des données d'entreprises tunisiennes. Nous avons empruntés les modèles probabilistes de type logit/probit afin de déterminer les facteurs qui stimulent l'innovation et l'usage du

CC. Nous avons élaboré une enquête spécifique à notre travail. Un questionnaire a été élaboré (servant de base d'exploration pour notre partie empirique) concernant l'adoption et l'usage du CC (Informatique en Nuage) de la part des entreprises tunisiennes (350 entreprises). Le questionnaire a été administré pour un échantillon représentatif des entreprises tunisiennes de tous les secteurs d'activité.

Notre approche méthodologique nous a permis de contribuer au débat sur la diffusion et l'adoption du CC d'un point de vue conceptuel, analytique et empirique.

### **1.11. Plan de la thèse**

Trois parties et six chapitres constituent l'ossature de notre thèse.

Dans la première partie, nous allons dans un premier chapitre étudier les diverses formes des droits de propriété intellectuelle et l'innovation ouverte « *Open Innovation* ». Dans ce chapitre, nous essayons de montrer que le nombre de brevets a augmenté et a permis une augmentation de l'innovation mais que cela a entraîné une utilisation stratégique des DPI et un comportement calculateur de la part des firmes. Nous allons montrer comment les DPI permettent d'accéder à de nouvelles technologies et comment l'innovation suppose une utilisation des DPI.

Nous nous situerons plus précisément dans le cadre de l'innovation ouverte. L'innovation ouverte est à la fois un ensemble de pratiques pour profiter de l'innovation et aussi un modèle cognitif pour la création, l'interprétation et la recherche de ces pratiques (West et *al.* 2006). Dans un deuxième chapitre, nous allons nous intéresser à deux comportements d'innovations que sont l'innovation défensive et l'innovation par les utilisateurs (utilisateurs innovateurs « *Lead Users* »). En effet, ces comportements d'innovation ont également un lien avec les DPI.

Dans la deuxième partie, nous allons dans un troisième chapitre présenter le CC comme technologie générique. Nous procéderons à une description approfondie du concept à savoir les modèles de service et de déploiement du CC, les avantages et les inconvénients qui constituent une barrière à l'adoption de cette technologie. Nous présenterons également les parties prenantes et les acteurs clés du CC. Ensuite, dans un quatrième chapitre, nous analyserons ce qui permettra aux firmes et en aval aux

consommateurs d'adopter ou de ne pas adopter cette technologie. Pour cela nous commencerons par un cadre théorique dans lequel nous étudierons pourquoi et comment les TIC ont été adoptées et nous verrons à la suite de cela les théories relatives à l'adoption des TIC. En effet, dans la théorie de l'équilibre nous nous basons sur l'investissement, les coûts de technologies et la valeur perçue de l'usage comme les principaux déterminants. Les décisions d'adoption sont déterminées par l'arbitrage des firmes entre les bénéfices espérés de l'adoption de la nouvelle technologie et les coûts prévus de changement de la technologie existante. Les bénéfices et les coûts espérés sont considérés comme étant dû à différentes caractéristiques telles que la taille de l'entreprise, le prix de ses fournisseurs ainsi que les politiques de service, son mode de gouvernance, la nature de l'environnement compétitif aussi bien que l'apprentissage et le changement de coûts. A partir de là, nous procéderons à un inventaire des coûts et des bénéfices de la décision d'adoption du CC à travers la méthode d'analyse coûts/bénéfices. Nous nous sommes également basé sur le modèle des trois couches de Nanath et Pillai (2013). Ces couches représentent les différents niveaux auxquels les firmes se réfèrent pour adopter le CC. Puis nous avons procédé à une comparaison des coûts en interne et en mode Cloud. Le second volet de ce chapitre qui sera présenté sous forme de papier et qui fera l'objet d'un article par la suite est de se placer du côté du consommateur. Nous nous intéressons en effet, aux raisons qui concernent le manque d'usage du CC de la part des consommateurs en prenant en compte les perceptions de sécurité de ces derniers.

La troisième partie est constituée des chapitres cinq et six. Ils ont fait l'objet de deux articles écrits en langue anglaise. Le premier a été publié en 2015 dans la Revue *Système d'Information et de Management*. Il a été rédigé en collaboration avec Walid Hadhri et Adel Ben Youssef et s'intitule « L'adoption du CC dans les pays émergents: le rôle de la capacité d'absorption ». Le deuxième article, qui constitue notre sixième chapitre, est publié dans la Revue *Thunderbird International Business Review*. Il a été également rédigé en collaboration avec Walid Hadhri et Adel Ben Youssef et qui s'intitule « Le rôle des compétences numériques dans l'adoption du CC ».

# **Partie I**

## **Les formes des droits de propriété intellectuelle et les comportements d'innovation**

# Chapitre 1

## Droits de propriété intellectuelle et Innovation : de l'Innovation fermée à « *l'Open Innovation* »

### 1.1. Introduction

La révolution numérique moderne a modifié en profondeur les manières de produire, de consommer et d'échanger des biens et services. L'économie est de plus en plus fondée sur des composantes virtuelles et se trouve vulnérable sur la question des droits de propriété intellectuelle (DPI). En effet, la création de valeur est liée à la capacité d'une personne à tirer profit de son innovation, idée, produit numérique. Le piratage à grande échelle constaté ces dernières années, le non-respect de la vie privée, le verrouillage du consommateur, sont autant de problèmes modernes qui sont liés de près ou de loin à la question des droits de propriété.

Effectivement, la nouvelle économie numérique est caractérisée par une plus grande création, créativité et innovation à tous les niveaux. Ces innovations, allant des innovations radicales et paradigmatiques, comme l'innovation d'une monnaie virtuelle – le bitcoin - aux innovations les plus triviales et incrémentales nécessitent des cadres légaux adéquats permettant à la fois de garantir des revenus décents aux créateurs et une diffusion optimale pour les utilisateurs. Les DPI, longtemps supposés offrir un cadre adéquat à ce phénomène, se trouvent bousculés de toutes parts. Si dans un univers – en dur – la possession des biens et services est règlementée par des droits de propriété bien définis, les transactions numériques complexes sont caractérisées par des zones floues et nécessitent des adaptations.

A titre d'exemple, l'émergence des phénomènes de « *copyleft*<sup>5</sup> » ou encore les « *creative commons*<sup>6</sup> » montre que toutes les transactions ne peuvent être soumises à un seul cadre légal et que l'innovation institutionnelle et juridique est nécessaire pour accompagner les mutations de la nouvelle économie. Dans ce chapitre, nous allons mobiliser l'analyse rétrospective historique pour mieux comprendre le rôle des DPI dans la diffusion de l'innovation dans l'histoire moderne et de quelle manière les évolutions institutionnelles et juridiques ont permis l'évolution technologique et l'accélération de l'adoption des innovations.

## **1.2. Mise en perspective historique des droits de propriété intellectuelle**

L'objet de cette section consiste à décrire brièvement quelques éléments historiques relatifs à la propriété intellectuelle et aux DPI afin de comprendre le contexte de leur genèse, leur importance et leur rôle dans la diffusion des innovations. L'histoire de la propriété intellectuelle a été longue et controversée dans ses trois dimensions : juridique, technologique et politico-idéologique (Sell et May, 2001). Elle est à nouveau de nos jours au centre des débats, compte tenu de son importance dans les évolutions récentes imposées par l'émergence des nouvelles TIC (May, 2002).

---

<sup>5</sup> R. Stallman crée, en 1985, la *Free Software Foundation* qui récolte des fonds et concevra la *General Public Licence* (GPL), cadre juridique dans lequel la diffusion des logiciels libres doit se réaliser. Cette licence inaugure le principe du *copyleft*, garantie que les libertés permises par le créateur seront respectées par l'ensemble des utilisateurs et que personne ne transformera le logiciel en système propriétaire. Pour qu'un logiciel reste libre, il ne suffit donc pas de le placer d'emblée dans le domaine public, mais encore de veiller au bon respect de ces libertés afin que personne ne puisse s'approprier une œuvre que son créateur a voulu libre. Le droit d'auteur reste la base juridique sur laquelle s'appuient les modèles de *copyleft*, mais il s'agit de le reformuler afin, non de restreindre l'accès du public, mais au contraire de le favoriser (Farchy, 2004).

<sup>6</sup> Celles-ci constituent une manière pragmatique de rendre accessibles et utilisables des pans entiers de la culture contemporaine, en offrant aux auteurs la possibilité de choisir les droits qu'ils souhaitent accorder au public et de dépasser ainsi les restrictions posées *a priori* et en bloc par le *copyright*. Entièrement construites contre l'idée de garantir l'exclusivité au détenteur de droits – idée qui est au cœur de la doctrine de la propriété (et donc aussi de la propriété intellectuelle) (Broca et Coriat, 2015). La GPL comme les *Creative Commons* ne sont donc nullement une négation du droit de propriété. Comme le rappelle Xifaras, c'est bien « parce qu'il est propriétaire de ses créations que le créateur a la liberté d'user librement de son bien, jusqu'à décider de ses conditions de distribution » et d'autoriser quiconque à le copier ou à le modifier (Xifaras, 2010).

Force est de reconnaître que bon nombre des préoccupations récentes et contemporaines étaient déjà traitées ou discutées aux origines institutionnelles de la propriété intellectuelle, il y a de ça plus de cinq cents ans (May, 2002). Nous commencerons par examiner rétrospectivement les éléments factuels avant de comprendre les enjeux actuels et leur rôle dans la diffusion des innovations.

Le 19 mars 1474, fut imposé le décret instituant la propriété intellectuelle dans la République Vénitienne (Venise). C'est la première fois dans l'histoire de l'humanité qu'une institutionnalisation formelle de la propriété intellectuelle a été réalisée. Dans le texte vénitien de 1474, nous trouvons les grandes lignes du système moderne des brevets. Les points clés abordés concernaient l'équilibre entre savoir rendu disponible par le biais d'un domaine public garanti par l'Etat, le droit pour l'inventeur de tirer bénéfice de son activité intellectuelle, et la notion de récompense de l'effort (May, 2002). « *Dans la plupart des endroits, le système des brevets fut adopté à peu près tel qu'il avait été développé à Venise* » (Prager, 1944). Ainsi, dans la plupart des cas, les règles établies à Venise ont été conservées. Ceci témoigne la clairvoyance et le degré d'avancée de la République Vénitienne dans ce domaine. Les principes de base et le raisonnement de la loi sur les brevets n'ont que peu changé en cinq cents ans. L'épisode Vénitien a produit l'armature d'un système dont les éléments centraux se sont révélés remarquablement robustes (May, 2002).

Il est remarquable de constater que l'invention de ce qui se rapproche de la propriété intellectuelle moderne ait été une réponse à une nouvelle et révolutionnaire technologie de l'information : l'imprimerie. En effet, l'imprimerie a changé le contexte dans lequel pouvaient se déployer le savoir et les connaissances. Son arrivée incita les détenteurs du savoir à chercher une protection de leurs connaissances, mais limita par là même cette protection à des catégories spécifiques de connaissances (ce qui était à la fois nouveau et utile). En cette période de bouleversements de l'environnement de la connaissance, les praticiens et les autorités politiques ont innové pour produire une nouvelle forme de protection juridique (les droits de propriété).

Au quinzième siècle, non seulement l'institutionnalisation de la propriété intellectuelle avait un lien direct avec les pratiques coutumières antérieures, mais elle a élargi les manières de protéger les inventeurs (May, 2002). Selon le type de

protection qu'ils souhaitaient, les postulants pouvaient demander un brevet en application du décret de 1474 (May, 2002), ou garder le savoir et l'information protégés par les règles de secret parmi les membres de l'entreprise. La protection dépendait donc du besoin et des desiratas du « propriétaire » du savoir.

A l'âge de la révolution industrielle, les DPI commençaient à être de plus en plus respectés dans la société. En effet, la fin de la révolution industrielle a été une période importante d'innovation et d'invention. De nombreuses améliorations technologiques et innovations incrémentales ont transformé le système économique. Si le nombre de brevets stagnait jusqu'au milieu du dix huitième siècle, il a commencé à augmenter de manière significative au milieu des années 1750 ; ce qui correspond aux effets de la révolution industrielle traditionnelle sur le fonctionnement économique et social.

Pour Adam Smith et John Stuart Mill, les brevets ont encouragé le comportement d'innovation. L'innovation était considérée comme l'élément central de la croissance économique. L'innovation a permis également d'accélérer la division du travail et le recours croissant à la spécialisation dans la production des biens et services, augmentant ainsi l'efficacité et l'efficience du capitalisme industriel naissant.

Les philosophes du dix huitième siècle (par exemple Diderot et D'Alembert) prétendaient que si une entreprise souhaitait introduire une évolution technologique (innovation), il fallait pour cela des incitations économiques (Mokyr, 2009). Le système des droits de propriété était alors considéré comme un système permettant une plus grande innovation dans la société. Prenant une optique différente, Charles Babbage (1830) avait condamné le système de brevets. Pour lui, le système de brevet est un système de législation violente et frauduleuse qui prive l'inventeur des fruits de son génie. Les objections n'étaient pas contre le système en général mais contre son application par la Grande Bretagne à un coût élevé. En effet, l'obtention du brevet était complètement illusoire jusqu'à ce que le brevet ait été soutenu par un tribunal de loi à un coût encore plus élevé (Babbage, 1830). Cette situation était handicapante et ne permettait pas la démocratisation du système de protection.

Allant dans le même sens, Mokyr (2009) évoque le cas des Pays Bas. En effet, ce pays en dépit d'un système de brevet établi depuis le seizième siècle et d'un niveau important de développement économique au dix septième siècle n'a pas bénéficié de

la révolution industrielle. La relation entre le système de protection et le développement économique a été alors mise en cause. La garantie d'un niveau élevé de protection aux inventeurs pouvait entraver le développement économique. C'est à ce titre que leur coût a été abaissé et qu'une hausse de leur nombre a été constatée dès 1852. Les brevets étaient principalement le résultat d'un « chemin compétitif non coopératif » (Mokyr, 2009).

Les brevets étaient donc un outil compétitif pour contrecarrer les concurrents potentiels plus qu'une véritable récompense pour la créativité technologique (Dutton, 1984). En effet, un nombre important d'inventeurs de la révolution industrielle ont vu le système de brevets comme un système péjoratif et ont choisi de ne pas l'appliquer. Certains d'entre eux étaient des scientifiques éminents qui ont permis l'introduction de normes culturelles nouvelles. Nous pouvons citer à cet égard Papin, Davy, Hales, Faraday, Priestley et Rumford. Ils ont refusé de considérer les brevets comme une problématique principale. Plusieurs ingénieurs de la révolution industrielle ont eu un faible intérêt pour le brevetage à l'exception de Watt (Macleod, 1988).

Selon Mokyr (2009), la propension de breveter diffère substantiellement entre les industries et dans les industries pour lesquelles le brevetage était important. De plus, l'innovation tend à être plus concentrée dans les économies où la protection par les brevets est intense.

Finalement nous pouvons dire que le système de brevet à l'époque de la révolution industrielle, n'était pas bien perçu par les inventeurs car il entraînait une situation de monopole. Cette position de monopole fait baisser le niveau de l'activité inventive. De plus les monopoles dans des industries en pleine mutation ralentissent le rythme du progrès (Mokyr, 2009).

Un élément important dans l'évolution des textes est le soutien fluctuant à la notion de brevet dans le débat public américain depuis deux siècles. Correspondant plus ou moins avec les périodes de dépression économique et de méfiance à l'égard du « *big business* », certaines époques se distinguent en effet par une tendance des tribunaux à invalider plus facilement les brevets : c'est particulièrement sensible au moment du passage du *Sherman Antitrust Act* de 1890, pendant les années 1930 ou même durant la période de stagflation des années 1970. Le principe des brevets fut également bien

près d'être remis en question au Royaume-Uni, en France et dans beaucoup d'autres pays dans les années 1860 (Etzkowitz et Webster, 1995; Machlup et Penrose, 1950; Sherman et Bently, 1999).

Depuis les années 1980, la tendance est clairement inverse : l'innovation est vue, aux États-Unis, comme un élément décisif du développement économique et les mesures prises ont pour objectif, entre autres, de faciliter le dépôt de brevets dans les principaux lieux de recherche du pays : les universités. Au cours des années 1980 et au début des années 1990, il y a eu un renforcement des DPI au niveau international sous l'impulsion de certains Etats comme les Etats-Unis et l'Union Européenne. Les firmes multinationales étaient soucieuses de la protection de leurs innovations dans un monde devenu globalisé. Pour ce faire, un accord international portant le nom de *TRIPS (Trade Related Intellectual Property Rights)*<sup>7</sup> a été négocié. Ce dernier stipule que les droits de propriété intellectuelle doivent être établis de la même façon dans tous les pays membres de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) L'accord a été mis en œuvre le 1<sup>er</sup> janvier 1995 avec une période transitoire de dix ans. Certains pays membres de l'OMC n'avaient pas de législation portant sur les brevets, d'autres n'appliquaient pas le système de brevet à tous les produits (par exemple l'Inde qui n'appliquait pas les brevets aux produits pharmaceutiques). Avec les *TRIPS*, les législations nationales peuvent ne pas être en totalité identiques (il n'y a pas uniformité des systèmes nationaux). Elles doivent, en revanche, appliquer certains standards dans ce domaine (Le Bas, 2009). Tous les membres doivent respecter les DPI. Cependant l'un des premiers principes de la réforme mondiale des régimes de la propriété intellectuelle est que les pays en développement doivent en profiter également. Une meilleure protection des DPI dans ces pays peut encourager les détenteurs de droits à se montrer moins réticents sur la question des transferts de technologie intégrés à la propriété intellectuelle, dans le cas où il existe des incitations économiques à cet effet (Park et Lippoldt, 2005). Le transfert international de technologie est important pour les pays les moins avancés car les possibilités d'innovation locale ne sont pas aussi étendues que celles des pays industrialisés.

---

<sup>7</sup> Accord relatif aux "aspects des droits de propriété intellectuelle qui affectent le commerce" (ADPIC). On utilisera le terme Anglais *TRIPS*, plus connu (Coriat, 2002 ; Rémiche, 2002).

Pour les adeptes de la forte protection des DPI, si les DPI ne sont pas protégés, leurs détenteurs ne seront pas incités à commercialiser leurs technologies dans les pays en développement (en raison des imitations).

Les *TRIPS* introduisent donc un changement majeur portant sur tous les marchés de tous les pays. Un produit breveté ne peut plus être copié ou imité sous peine de sanctions. Les *TRIPS* soulignent la centralité du brevet. Ce dernier, compte tenu de sa capacité à exclure les tiers (Le Bas, 2007), tend à protéger et à sécuriser les rentes d'innovation que la firme peut tirer des progrès des connaissances qu'elle crée. Par ce biais, le brevet constitue un élément crucial d'incitation *ex ante* à investir des ressources dans les activités de recherche-développement (et de conception) dont le résultat est aléatoire (Scotchmer, 2004). Ces rentes sont tirées du marché des biens (valorisation des investissements de recherche-développement par l'innovation) ou du « marché de la technologie » (valorisation par les licences) aujourd'hui de plus en plus important (Arora et al. 2001).

Le renforcement de DPI est visible à partir des travaux de l'OCDE qui indiquent clairement l'évolution des différents indices de protection des DPI dans les pays en développement (Park et Lippoldt, 2003 et 2004). Ces indices témoignent d'un accroissement important dans les années 90 de la protection par les DPI. En particulier l'indice d'efficacité de l'application qui enregistre dans la deuxième moitié de la décennie une forte hausse. Cela peut être expliqué en partie par l'application de l'accord *TRIPS*. Cette évolution a eu globalement des résultats initiaux favorables dans les pays en développement.

	Indice droits des brevets	Indice droits d'auteur	Indice droits des marques	Indice efficacité de la mise en œuvre
1990	1.98	0.42	0.40	0.14
1995	2.36	0.51	0.45	0.17
2000	2.72	0.57	0.54	0.36
Observations totales	N=215	N=157	N=108	N=129

Note : L'échelle des indices va de 0 à 5 pour l'Indice des droits de brevet et de 0 à 1 pour les autres indices. Source : Park et Lippoldt (2005).

**Tableau 1 : Evolution des indices moyens correspondant aux DPI dans les pays en développement, 1990-2000**

Le système des brevets joue un rôle de plus en plus important dans l'innovation et la performance économique de nos jours. Force est de constater qu'entre 1992 et 2002, le nombre des demandes de brevets déposées en Europe, au Japon et aux États-Unis a augmenté de plus de 40% (OCDE, 2003).

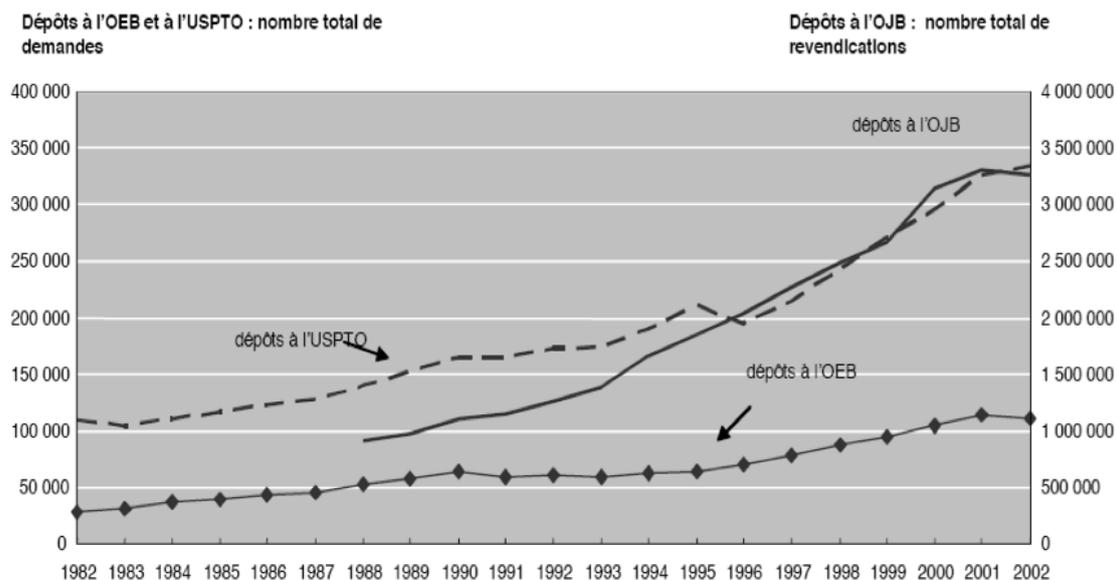
Cette tendance s'est poursuivie durant les 10 dernières années. Plus de 850 000 demandes de brevets ont été déposées en Europe (OEB : Office Européen des Brevets<sup>8</sup>), au Japon (OJB : Office Japonais des Brevets<sup>9</sup>) et aux États-Unis (*USPTO* : *United States Patent and Trademark Office*<sup>10</sup>) en 2002, contre environ 600 000 en 1992. Ces chiffres traduisent l'importance croissante des brevets au sein de l'économie mondiale. Ces brevets sont utilisés pour protéger les inventions des entreprises mais aussi pour promouvoir la diffusion des connaissances.

---

<sup>8</sup> Est une organisation qui accorde des brevets au niveau européen. Son siège se trouve à Munich en Allemagne. Il possède également un département à La Haye, en fait situé dans la commune voisine de Ryswick aux Pays-Bas, avec une annexe à Berlin ainsi que des bureaux à Vienne et Bruxelles. Il a été créé par la Convention sur la délivrance des brevets européens (1973), entrée en vigueur le 7 octobre 1977. Il est l'organe exécutif de l'Organisation européenne des brevets, qui est une organisation intergouvernementale créée sur la base de la Convention sur le brevet européen (CBE).

<sup>9</sup> Ou l'office des brevets du Japon est une agence gouvernementale japonaise chargée de la propriété industrielle, sous la direction du Ministère japonais de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie. L'Office des brevets du Japon est situé à Kasumigaseki (arrondissement de Chiyoda, Tokyo). Il est l'un des plus importants offices des brevets au monde. La mission de l'Office des brevets du Japon est de promouvoir la croissance économique et industrielle japonaise en prenant en charge les aspects légaux associés aux brevets, au design et aux marques déposées. (Les affaires de copyright étant gérées par l'Agence des affaires culturelles japonaise). L'Office des brevets du Japon (*JPO*) coopère avec le Office des brevets et des marques des États-Unis (*USPTO*) et l'Office européen des brevets (OEB) pour former la Coopération tripartite des brevets.

<sup>10</sup> Littéralement le « Bureau américain des brevets et des marques de commerce », est l'instance administrative chargée d'émettre des brevets et des marques déposées aux États-Unis. Il est considéré comme le plus important bureau dans le domaine des brevets, surtout à cause de la taille économique du marché américain.



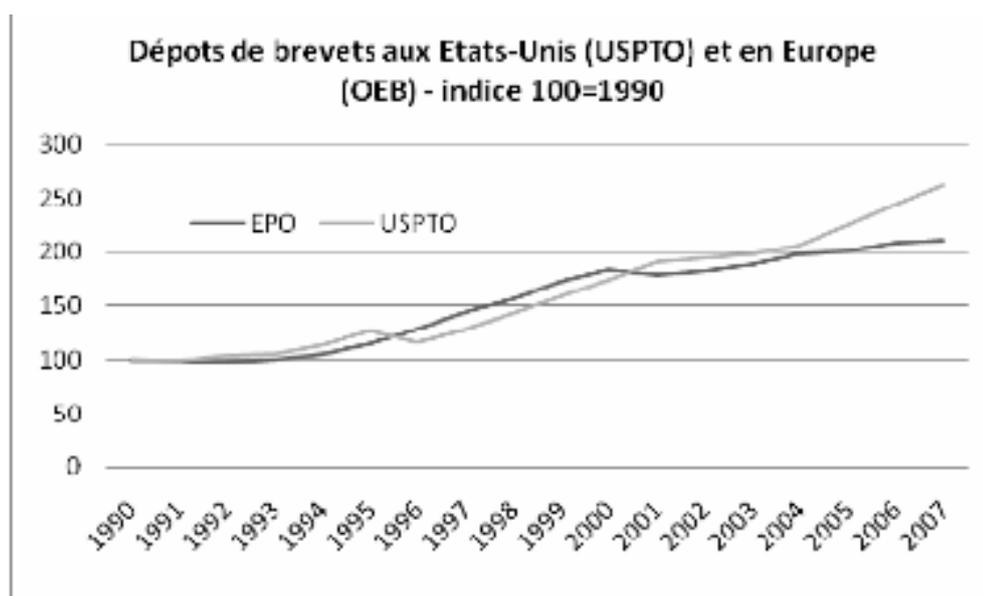
**Figure 1 : Dépôts de brevets auprès de l'OEB, de l'USPTO et de l'OJB**  
Années des dépôts: 1989-2002

Il est cependant, important de préciser les raisons de l'augmentation du nombre de brevets dans le monde depuis le début des années 1990. En effet, le nombre de demandes de brevets dans le monde en 2008 était de deux millions environ, contre près de un million en 1990. Sur ces deux millions, près d'un million constituent des « demandes prioritaires », les autres consistant en l'extension d'une demande initiale à une ou plusieurs juridictions supplémentaires (Guellec *et al.* 2010).

Entre 1990 et 2007, le nombre de brevets déposés aux États-Unis (*United States Patent and Trademark Office (USPTO)*) a augmenté de 160% et celui déposé en Europe (*Office Européen des Brevets (OEB)*) de 110% (Figure 2)<sup>11</sup>. Il est à remarquer que si nous filtrons les données américaines, en excluant notamment toutes les demandes en continuation (qui consistent à redéposer sous une forme plus ou moins réduite ou amendée une demande antérieure), c'est-à-dire en s'en tenant aux demandes originales, alors l'augmentation à l'*USPTO* est de l'ordre de 115%, donc presque identique à celle de l'OEB. Montrant plus qu'un doublement des dépôts de brevets, ces chiffres sont impressionnants, à tel point que certains observateurs ont parlé de « *patent explosion* » ou de « *patent inflation* ». Cependant si nous comparons

<sup>11</sup> Les brevets sont déposés dans un pays pour y obtenir une protection juridique : celle-ci correspond au marché concerné et est indépendante du pays de résidence du déposant. Ainsi les brevets déposés aux États-Unis ou en Europe couvrent des inventions réalisées dans tous les pays du monde.

cette augmentation à celle des dépenses de R&D, nous voyons qu'elle est légèrement supérieure. La croissance du nombre des brevets est donc à relier en premier lieu à celle du nombre et de la valeur des inventions à protéger. Ceci est corroboré par le fait que le secteur qui a le plus tiré de la croissance des brevets est celui des TIC, dont les progrès technologiques ont été les plus rapides (Guellec et *al.* 2010).



Source : Guellec et *al.* 2010.

**Figure 2 : Les dépôts de brevets aux États-Unis et en Europe**

Néanmoins, la croissance du nombre des inventions ne peut expliquer entièrement celle du nombre des brevets. Si nous nous restreignons aux pays de l'OCDE, alors que la R&D y a crû de 70%, le nombre des brevets déposés par des inventeurs résidant dans ces pays a crû de 110%. Ainsi le nombre de brevets par unité de R&D a augmenté de 25% environ. Les causes comme les effets de cette augmentation font des débats (Guellec et *al.* 2010).

Un premier diagnostic renvoie aux transformations des modes d'innovation. La place des entreprises jeunes et petites a été renforcée par rapport aux grandes dans les secteurs de haute technologie, et ces entreprises ont un plus grand besoin de brevets (car elles n'ont pas d'autre mode de défense de leurs inventions). De leur côté, les grandes entreprises ont accru les recherches collaboratives, qui appellent à une plus

forte protection des partenaires. Dans un contexte de globalisation, le degré de concurrence sur certains marchés (par exemple dans les TIC) est également un élément d'explication dans la mesure où des marchés concurrentiels exigent une protection plus forte de la PI que des marchés peu concurrentiels. Les nouveaux entrants sont plutôt dans une phase de rattrapage technologique, beaucoup par imitation. Les entreprises des pays les plus avancés se défendent à leur tour par des stratégies d'innovation et de brevets plus actives. Ainsi au cours des deux ou trois dernières décennies l'importance des brevets dans l'économie s'est accrue du fait des transformations des processus d'innovation et des modes de concurrence (Guellec et *al.* 2010).

Un autre ensemble d'explications de l'augmentation du nombre de brevets renvoie aux changements du cadre juridique du brevet, qui a abouti à rendre celui-ci plus facile à obtenir et qui a accru sa valeur économique dans certaines juridictions. Les changements légaux et jurisprudentiels qui ont sous-tendu cette évolution ont été initiés aux États-Unis au début des années quatre-vingt, puis ont progressivement et à des degrés divers atteint l'Europe. La cour d'appel Fédérale pour les brevets, créée au début des années quatre-vingt, a eu une politique active de réduction des exigences attachées à la délivrance du brevet, notamment en matière d'inventivité, et d'augmentation des dommages en cas de litige pour le titulaire du brevet (par exemple pour contrefaçon), ce qui affecte directement la valeur économique du brevet. Le fait que les brevets soient plus faciles à obtenir et de plus grande valeur économique a conduit à une forte croissance du nombre des brevets et à l'engagement des entreprises dans des stratégies de prises de brevets « stratégiques » (visant plus à bloquer leurs concurrents qu'à faciliter la mise en œuvre de leurs propres innovations). On aurait ainsi assisté au cours des deux dernières décennies aux États-Unis surtout et secondairement en Europe (laquelle a vu les dépôts américains se déverser chez elle, et les entreprises européennes s'engager dans des stratégies similaires) à une multiplication des brevets de qualité plus faible qu'auparavant, certains étant même douteux quant à la nouveauté de l'invention protégée. Il faut cependant noter que les politiques en matière de brevet ont connu depuis 2005 environ un retournement assez radical : aux États-Unis d'abord, une série de décisions par la Cour Suprême a rétabli des standards plus élevés de brevetabilité et à réduit la valeur économique des brevets (moindre capacité de contraindre le contrefacteur

présupposé, calcul plus strict des dommages et intérêts) ; en Europe, l'OEB s'est engagé dans une stratégie de « *raising the bar* » qui vise à dissuader les demandes de faible qualité. Les effets de ces changements politiques sur les demandes de brevets se mêlent à ceux du retournement du cycle et ont débouché sur une stagnation des demandes en 2008 et une réduction de l'ordre de 10% en 2009. Il se pourrait donc que la tendance historique à l'augmentation du nombre des brevets soit aujourd'hui interrompue, ou du moins ralentie (Guellec et *al.* 2010).

### **1.2.1. Le système de brevets**

Un brevet confère le droit exclusif d'exploiter (fabriquer, utiliser, vendre ou importer) une invention sur une période de temps limitée (vingt ans à compter du dépôt de la demande) (OCDE, 2003) après quoi l'invention qu'ils protègent tombe dans le domaine public. Les brevets sont des droits territoriaux; ils ne s'appliquent qu'au pays pour lequel ils ont été accordés. Ainsi, un brevet accordé en France ne confèrera pas d'exclusivité en Allemagne il empêchera seulement le brevetage de la même invention en Allemagne (dans la mesure où pour obtenir un brevet, il faut un caractère novateur à l'échelle mondiale) (Guellec et *al.* 2010).

Le brevet confère donc à son titulaire un ensemble de droits d'exclusivité sur une invention, définie comme un produit ou procédé nouveau, original (non évident) qui implique une activité d'invention et est susceptible d'applications industrielles (utilité). Cette invention est décrite dans les « revendications ». Cet ensemble de droits donne au titulaire du brevet un avantage concurrentiel. Les brevets peuvent également faire l'objet de contrats de licence ou être utilisés (par exemple cédés) pour aider à créer ou financer une entreprise (Guellec et *al.* 2010).

Il existe d'autres droits exclusifs sur les actifs immatériels, notamment le copyright et la protection des dessins et modèles ou des marques de fabrique, mais les brevets assurent une protection plus large, qui s'étendent à l'invention elle-même au-delà de son expression particulière (OCDE, 2003).

Grâce à ce contrôle exercé sur la technologie, le titulaire du brevet est en mesure de fixer un prix supérieur à celui de la concurrence pour le bien ou le service

correspondant, ce qui lui permet de couvrir les coûts de l'innovation. En échange, le déposant doit divulguer l'innovation dans le texte de la demande qui est publié 18 mois après le dépôt de celle-ci. Le brevet est demandé par le déposant (en général une entreprise, parfois un organisme public ou un individu) à une autorité nationale, un office de brevets (en France, l'INPI, Institut National de la Propriété Intellectuelle), qui peut le délivrer ou le refuser selon que certains critères sont ou non remplis, notamment l'inventivité et l'application industrielle. Des brevets sont accordés pour des inventions touchant tous les domaines de la technologie (Guellec *et al.* 2010).

Comme un brevet n'est valable que dans le pays où il a été délivré, il est soumis aux lois nationales et au principe du règlement des litiges par les tribunaux nationaux. Pour qu'il y ait une gestion commune des brevets, la Commission européenne propose dans les années 1990, le Livre vert sur le brevet communautaire et le système des brevets en Europe. Celui-ci suscite des réactions de l'industrie, incitant la Commission à modifier quelque peu le système du brevet communautaire. Le brevet communautaire franchit un pas supplémentaire dans l'harmonisation du droit européen en matière de brevets et vise à pallier aux inconvénients liés au brevet européen<sup>12</sup>. Le brevet communautaire permettra en effet de bénéficier d'une protection dans toute l'Union européenne par le biais d'une seule et unique demande, sans éclatement en brevets nationaux et avec une gestion centralisée des litiges par un tribunal unitaire des brevets après délivrance. L'instauration du système de brevet communautaire devrait offrir aux entreprises européennes innovatrices les mêmes opportunités qu'à leurs concurrents des Etats-Unis et du Japon, où les inventions sont protégées sur un marché étendu grâce à un brevet national établi dans une seule langue. Le brevet européen sera valable d'office dans tous les Etats membres de l'UE. Ce dernier évite des coûts considérables, essentiellement liés aux frais de traduction.

---

<sup>12</sup> Le système actuel des brevets européens permet, par le biais d'une demande unique (établie en français, en anglais ou en allemand), d'obtenir une protection auprès de tous les offices nationaux de brevets membres de l'Office européen des brevets (OEB). Par conséquent, le demandeur n'est plus tenu de déposer un dossier pour chacun des pays dans lesquels il souhaite obtenir un brevet. Un brevet européen est valable dans tous les Etats membres de l'OEB (c'est-à-dire la majorité des Etats membres de l'UE auxquels il faut ajouter un certain nombre d'autres pays européens) désignés lors de la demande. Après sa délivrance par l'OEB, le brevet européen se décompose en plusieurs brevets nationaux, assurant la protection de l'invention dans les pays concernés (le brevet européen donne lieu, dans chacun des pays, aux mêmes droits qu'un brevet national). Par ailleurs, dès que la protection désirée couvre plus de quatre pays à la fois, le brevet européen s'avère financièrement plus intéressant que des brevets nationaux distincts (Van Dooren *et al.* 2005).

Le dossier de demande d'un brevet communautaire ne devra pas être traduit, dans son ensemble, dans les langues nationales des différents Etats membres de l'OEB. Il suffira de déposer le dossier (abrégé, revendications et description) dans l'une des langues de travail de l'OEB (français, anglais ou allemand) et, au moment de la délivrance, de faire traduire les revendications dans les deux autres langues de travail. Les frais de traduction seront dès lors limités au strict minimum, tandis que l'essentiel du contenu du brevet, repris dans les revendications, sera accessible à un public relativement large (Van Dooren et *al.* 2005).

Un tribunal unitaire européen des brevets, dénommé Tribunal du brevet communautaire (TBC) et siégeant au Luxembourg, tranchera les litiges éventuels dans la langue officielle de l'UE souhaitée. Les jugements rendus produiront leurs effets dans tous les pays de l'Union européenne. Cette cour fonctionnera selon une série de règles de procédure communes et selon une jurisprudence uniforme. Elle aura compétence exclusive quant aux litiges relatifs aux infractions et à la validité des brevets communautaires. Quant aux tribunaux nationaux, ils resteront compétents pour des questions telles que le droit de propriété. Ce système permettra non seulement d'éviter une jurisprudence contradictoire, mais offrira également l'avantage de réduire les frais judiciaires. En effet, les titulaires de brevets n'auront plus à faire valoir leurs droits devant différentes juridictions nationales. Les frais de représentation et frais connexes seront ainsi réduits au minimum, ce qui rendra le système accessible également aux PME. Les annuités pour le maintien en vigueur d'un brevet communautaire devront être versées à l'OEB. Leur montant ne pourra excéder celui des taxes redevables pour un brevet européen moyen valable dans sept pays et sera comparable à celui d'un brevet national en vigueur aux Etats-Unis ou au Japon, principaux partenaires commerciaux de l'Union Européenne (Van Dooren et *al.* 2005). En outre, des accords internationaux comme l'accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce (Accord sur les ADPIC), signé en 1994 et administré par l'Organisation mondiale du commerce (OMC), tendent à imposer des restrictions sur ce que peuvent faire les législations et politiques nationales. Cet accord a introduit pour la première fois des règles de propriété intellectuelle dans le système commercial multilatéral, l'idée étant de garantir les mêmes normes minimales de protection dans l'ensemble des pays (OCDE, 2003).

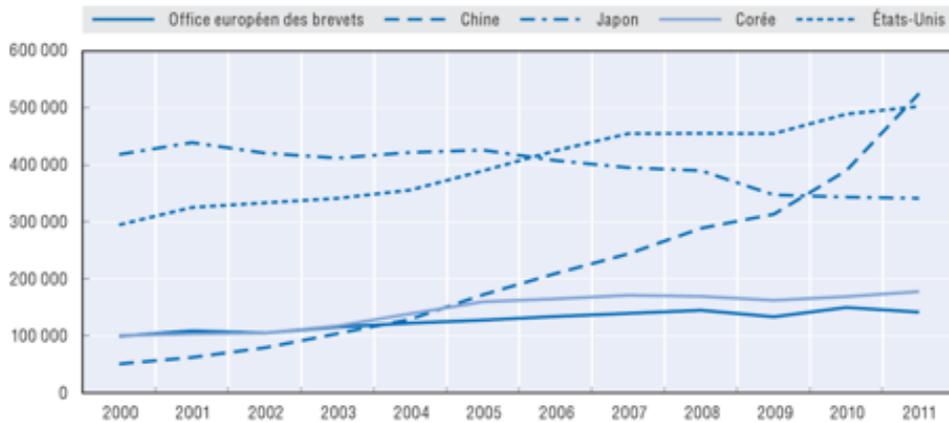
Nous pouvons conclure cette analyse en affirmant que le brevet est un instrument d'appropriation juridique d'une innovation. Il constitue naturellement un élément essentiel du nouveau jeu économique dans l'économie mondiale. Le succès croissant des brevets s'est traduit par une croissance sans précédent du nombre de dépôts dans la plupart des offices de brevets à travers le monde. A titre d'exemple, nous constatons une augmentation de 150 % enregistrée à l'Office Européen des Brevets (OEB) entre 1995 et 2005) (Van Zeebroeck, 2008).

### **1.2.2. Les tendances récentes de la délivrance des brevets dans les pays de l'OCDE**

La plupart des offices de brevets ont connu une brusque augmentation des demandes au cours des vingt dernières années, passant de 997 000 demandes en 1990 à 1 980 000 en 2010 et à 2 350 000 en 2012 selon l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI). Cette augmentation est due en partie à une progression marquée en Chine et, dans une moindre mesure aux Etats-Unis, mais les inventeurs choisissent de déposer des demandes de brevet dans plusieurs pays qui y ont aussi contribué. Nous parlons même d'une "inflation des brevets" (Van Zeebroeck, 2008). Les demandes de brevets sont de plus en plus volumineuses, tant en termes de revendications qu'en termes de pages. Quatre hypothèses peuvent être formulées pour expliquer cette évolution (Van Zeebroeck, 2008) : l'influence de lois et pratiques nationales et leur diffusion progressive à d'autres pays sous l'effet de la globalisation des procédures de dépôt de brevets, la complexification des activités de recherche et des inventions, l'émergence de nouveaux secteurs aux normes et vocabulaires moins établis, et la construction de larges portefeuilles de brevets.

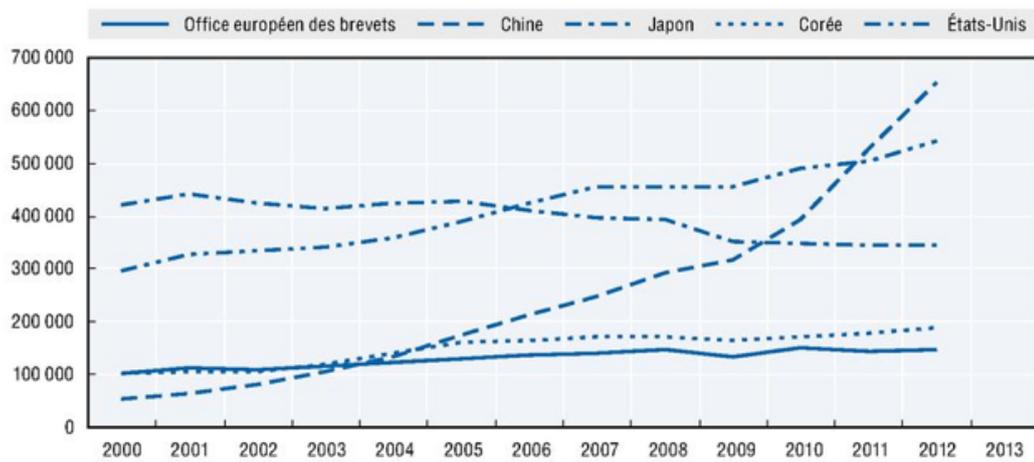
Une analyse économétrique, présentée dans van Zeebroeck et *al.* (2006), montre que ces quatre hypothèses participent toutes à cette inflation. Toutefois, certains observateurs s'inquiètent depuis quelques temps de la baisse de la qualité des brevets, qu'ils attribuent en partie à l'abaissement des critères légaux de nouveauté et à la surcharge de travail des examinateurs des offices de brevets. La mauvaise qualité des brevets, est souvent tenue pour responsable de l'augmentation, ces dernières décennies, du nombre de poursuites discutables pour contrefaçon alléguée de brevet (intentées par les « chasseurs de brevets ») dans certains pays ou régions ; les offices

de brevets et diverses instances, dans leurs décisions, s'efforcent d'améliorer la qualité des brevets depuis le milieu des années 2000 (OCDE, 2015).



Nombre de demandes déposées auprès des principaux offices de brevets (Source : OCDE, 2012).

**Figure 3 : Dépôts de brevet, 2000-2011**



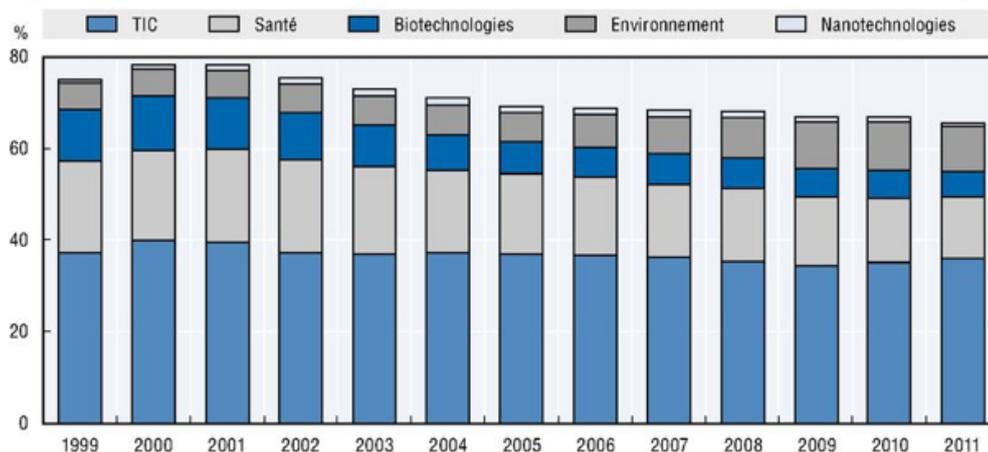
Nombre des dépôts dans les principaux offices des brevets (Source : OMPI, 2013).

**Figure 4 : Dépôts de brevets, 2000-2012**

Depuis plusieurs décennies, les brevets se sont étendus à de nouveaux domaines techniques, notamment les logiciels et le matériel génétique, et, dans certains pays, à des domaines non techniques comme les méthodes commerciales. Certains acteurs se félicitent de cette évolution, tandis que d'autres pensent que l'obtention de brevets dans ces domaines risque de nuire à la diffusion des technologies, avec l'impact négatif qui pourrait en résulter pour les activités d'invention dans des domaines

étroitement liés aux processus scientifiques et intellectuels (qui sont des domaines non brevetables) (OCDE, 2015).

La majorité des demandes de brevet dans le monde porte sur les technologies de l'information et des communications (TIC), ainsi que sur la santé et les biotechnologies, bien que la part relative correspondant à ces domaines ait diminué, passant de presque 72% en 2000 à 55% en 2011. Cette baisse est due principalement à la réduction progressive du nombre de demandes de brevet dans les technologies médicales et les biotechnologies. Les brevets dans le domaine des nanotechnologies et de l'environnement, qui ne représentaient qu'environ 7% du total des brevet en 2000, ont vu leur part relative augmenter à près de 11% en 2011.



Source : OCDE, Base de données sur les brevets mars 2014.<sup>13</sup>

**Figure 5: Brevet par domaine technologique 1999-2011**

Selon l'OMPI, la part moyenne de non-résidents parmi les détenteurs de brevet dans le monde a augmenté, passant de 31% en 1990 à 35% en 2012, cette évolution ayant coïncidé avec la mondialisation de l'économie. Pendant cette période, les efforts en vue d'une plus grande mondialisation du système des brevets se sont intensifiés. Le traité de coopération en matière de brevets (*PCT : Patent Cooperation Treaty*), géré par l'OMPI, facilite le dépôt de demandes simultanées de brevet dans un certain nombre de pays (mais le traitement des demandes et l'octroi des brevets demeurent

<sup>13</sup> Ces données renvoient aux demandes de brevets dans le cadre du traité de coopération en matière de brevets (*PCT*), pendant la phase internationale, par date du premier dépôt. En pourcentage du total des dépôts de brevet en vertu du Traité de Coopération en matière de Brevets (*PCT*).

des processus nationaux). Les offices de brevets ont collaboré afin d'améliorer la compatibilité entre les législations nationales sur les brevets (OCDE, 2015). Donc le *PCT* permet aux inventeurs d'étendre leurs brevets nationaux dans un grand nombre d'offices nationaux ou régionaux (dont l'OEB) au moyen d'une procédure intégrée qui a le mérite additionnel de leur offrir plus de temps avant d'entreprendre l'extension internationale de leurs brevets. Cette procédure de plus en plus populaire pousse les déposants à opter pour le principe du « rédiger une fois, déposer partout » (Van Zeebroeck, 2008). L'accord sur les aspects DPI qui touchent au commerce (ADPIC) est à l'origine de cette évolution. Ce traité international, introduit en 1994 et mis en œuvre par l'OMC, a établi un ensemble minimum de normes à respecter dans les textes de loi nationaux, en particulier une définition étendue des domaines de brevets (tous les domaines technologiques, y compris les médicaments), une validité légale de 20 ans minimum et la neutralité vis à vis de la nationalité du demandeur. De nouvelles procédures visant à réduire la duplication du travail par les offices de brevets (notamment en matière de recherche) ont été mises en place, comme le traitement accéléré des demandes de brevet, et divers accords bilatéraux établis entre des offices nationaux pour l'échange de travail sur des applications particulières (OCDE, 2015).

L'accord sur les ADPIC s'applique à tous les pays membres de l'OMC, à l'exception des économies les moins développées, jusqu'en 2021. De nombreux pays émergents et en développement appliquent aussi cet accord afin de soutenir l'innovation nationale.

Dans certains pays en développement se pose la question de la protection effective des droits de brevet. Celle-ci exige un système judiciaire solide et indépendant pour éviter que la contrefaçon se multiplie. Des pays comme la République populaire de Chine et l'Inde, et d'autres également, ont engagé des efforts importants à cet égard (OCDE, 2015)

Quant aux tendances récentes de l'action publique, les Etats-Unis ont adopté l'*American Inventor Act* en 2011. Cette loi, qui représente la réforme la plus approfondie du système de brevets depuis 1952, a introduit le principe du « premier inventeur déposant » en remplacement du « premier inventeur ». Elle prévoit aussi un système d'opposition après enregistrement permettant de retirer pour un coût assez

faible les brevets jugés invalides à un stade précoce. La loi a également introduit une « option de traitement accéléré » des demandes de brevet dans un délai de 12 mois. Cette option a spécialement pour but d'aider les startups, qui ont besoin d'obtenir rapidement la protection des droits de propriété intellectuelle (DPI). La loi contient en outre une disposition prévoyant des alternatives aux procédures coûteuses devant les tribunaux, afin de réduire les coûts de la propriété intellectuelle pour les entrepreneurs. L'Australie et le Royaume-Uni ont eux aussi mis en place un système de traitement accéléré.

L'office des brevets du Japon (*JPO*) a introduit en 2013 plusieurs changements dans ses procédures. Il a révisé ses lignes directrices pour examinateurs à propos du « critère d'unité de l'invention » et des « changements modifiant une caractéristique technique spécifique d'une invention ». En outre, le *JPO* a établi un système d'« examens collectifs des portefeuilles de propriété intellectuelle », qui permet l'examen transversal de différents types de propriété intellectuelle en vue de l'attribution de droits, permettant ainsi de s'aligner sur le rythme de l'expansion de l'activité des entreprises. En Europe, le nouveau brevet de l'Union Européenne est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2014. Il complétera le brevet européen actuel, qui regroupe un ensemble de droits nationaux.

Le brevet de l'Union s'accompagne d'une réduction du nombre de traductions requises (trois langues seulement sont disponibles) et d'un système judiciaire unifié. Le but est de réduire le coût pour les demandeurs et de simplifier les procédures (OCDE, 2015). En Australie, la loi d'amendement de la législation sur la propriété intellectuelle de 2012, qui est entrée en vigueur en avril 2003, vise à améliorer la qualité des brevets afin de les rapprocher des normes internationales. En Allemagne, une modification de la législation sur la propriété intellectuelle, en juillet 2013, spécifie que les rapports de recherche devront inclure un avis écrit indiquant plus précisément au demandeur si l'examineur juge une application brevetable. Des pays émergents comme le Chili, la Colombie, le Costa Rica et l'Indonésie ont récemment mis en œuvre une série de mesures visant à optimiser les aspects législatifs et les procédures de leurs systèmes de protection de la propriété intellectuelle.

Des réformes ont aussi été engagées pour améliorer la protection effective des DPI. Au Royaume-Uni, le tribunal des brevets d'Angleterre et du pays de Galles a été

réformé afin de réduire les coûts de protection des DPI au moyen de procédures permettant de restreindre la durée des auditions. L'Office de la propriété intellectuelle du Royaume-Uni examine actuellement les moyens de renforcer les dispositifs existants. Le Danemark a engagé récemment plusieurs initiatives pour améliorer la protection pénale de la propriété intellectuelle et réduire les cas de contrefaçon (OCDE, 2015).

Nous pouvons conclure que cet intérêt croissant pour les brevets trouve probablement pour une large part sa source dans le développement d'une économie basée essentiellement sur la connaissance dans laquelle les technologies constituent la source principale de valeur et leur appropriation un enjeu prépondérant. Dans le même temps, le système de brevets fait l'objet de nombreux débats et est fréquemment critiqué sur différents points : parce qu'il semble incapable de traiter ce flux massif de dépôts, avec pour conséquence des délais croissants dans le processus de délivrance et une insécurité juridique accrue sur les marchés, parce qu'il entraverait la recherche académique par un effet d'anticommons<sup>14</sup> (Heller et Eisenberg, 1998) parce qu'il serait inabordable pour les petites et moyennes entreprises (PME), parce que les risques et coûts associés aux litiges sont de nature à réduire le niveau d'activité entrepreneuriale, parce que certaines technologies telles que les logiciels, les découvertes génétiques, ou les espèces vivantes devraient être maintenues hors du champ d'application des brevets. En effet, des brevets à la validité discutable sont quelquefois délivrés, ou encore parce que les brevets sont de plus en plus exploités à des fins stratégiques d'une façon potentiellement dommageable à la concurrence et à l'innovation (Van Zeebroeck, 2008).

L'utilisation des brevets à des fins stratégique fera l'objet de la section qui suit.

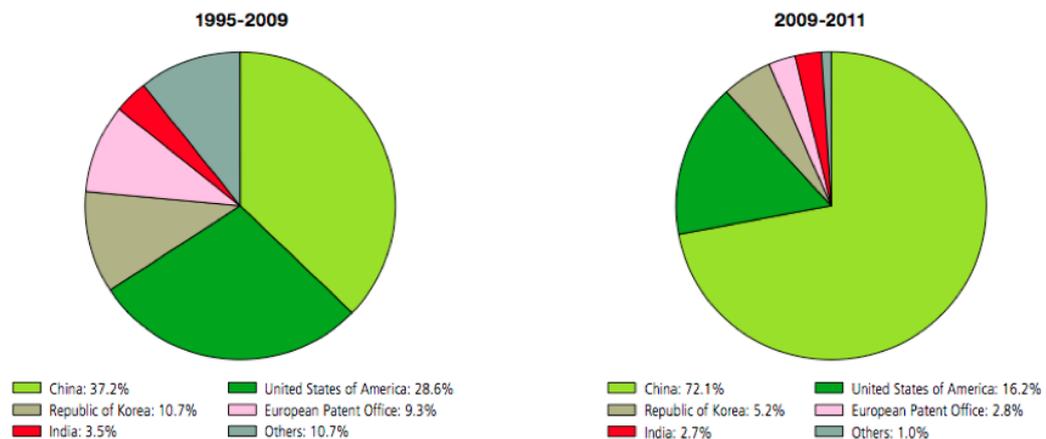
---

<sup>14</sup> Le phénomène de « tragédie des anticommons » est une généralisation du problème précédent. Dans les secteurs où la technologie est dite complexe (multicomposants) les innovateurs doivent combiner plusieurs technologies afin de mettre un nouveau produit sur le marché. Or ces technologies étant chacune brevetées, chaque innovateur doit négocier une permission avec tous les titulaires de brevet (Le Bas et Pénin, 2015). Cela entraîne une multiplication des coûts de transaction et risque d'induire un problème de « *royalty stacking* ». L'addition des droits à payer pour accéder aux divers composants peut alors, au final, rendre l'innovation non profitable et ralentir voir empêcher sa commercialisation. Même si individuellement les royalties sont d'un faible montant, une fois « empilés » ils peuvent devenir conséquents (phénomène de « *stacking* ») (David, 2011). La hausse du prix provient notamment du principe bien connu de multiple marginalisation. La prolifération des brevets sur des technologies complémentaires risque ainsi d'induire une sous utilisation de ces technologies (Le Bas et Pénin, 2015) d'où le terme de « tragédie des anticommons » (Heller et Eisenberg, 1998).

### 1.3. Les DPI comme une nouvelle arme stratégique des firmes

Le nombre de brevets délivrés a augmenté de façon drastique depuis les années 80. Cette augmentation accrue des brevets a conduit les firmes à leur faire jouer un rôle important dans leurs stratégies. Ils sont devenus une nouvelle arme stratégique des firmes. Ce rôle joué par les brevets peut alors conduire à relativiser, voire à contredire l'idée selon laquelle le renforcement de la propriété intellectuelle favorise l'innovation. Nous voyons que certaines utilisations des DPI peuvent aussi réduire l'incitation à innover. L'augmentation de l'attribution des brevets depuis les années 80 a même donné lieu à des comportements opportunistes.

Les statistiques publiées en octobre 2012 par l'OMPI donnent les résultats d'une analyse effectuée auprès de 125 Offices dans le monde. Les chiffres révèlent deux tendances qui méritent une attention particulière. Le nombre de dépôts dans le monde est passé de 1,05 à 2,14 millions entre 1995 et 2011. Cette augmentation a été essentiellement due au nombre croissant de dépôts effectués en Chine et aux USA comme l'indiquent les figures ci-dessous (Perbal, 2013 ; Le Bas et Pénin, 2015).



Source : base de données statistiques de l'OMPI, 2012.

**Figure 6 : Contribution des différents Offices à la croissance des dépôts de demandes de brevets dans le monde**



Source : base de données statistiques de l'OMPI, 2013.

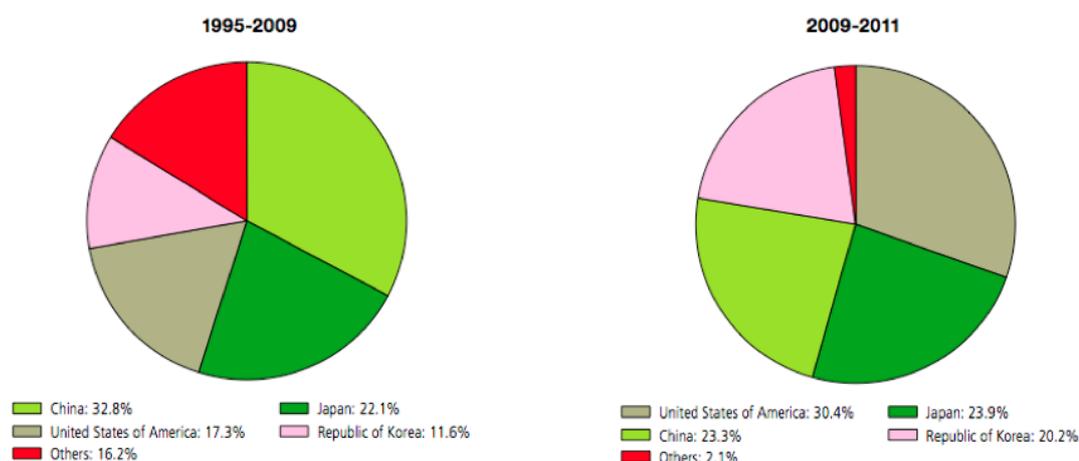
### Figure 7 : Demandes de brevets dans les cinq principaux offices (1883-2013)

Aux États-Unis, en 2012, plus de 500 000 demandes de brevets ont été adressées à l'*USPTO* qui, dans le même temps, en a accepté plus de 250 000 (voir figures 7 et 9). Dans le monde (donc en additionnant des brevets portant sur une même invention), l'OMPI estime dans son rapport 2013 que, pour la première fois, la barre des deux millions de demandes de brevet a été franchie en 2011 et qu'en 2012 il y a eu presque 2,5 millions de demandes (Le Bas et Pénin, 2015).

De plus, les États Unis d'Amérique et la Chine ont entraîné en 2013 une croissance record des demandes internationales de brevet déposées par l'intermédiaire de l'OMPI, dépassant pour la première fois les 200 000 en nombre annuel. En 2013, le nombre total de demandes déposées selon le Traité de coopération en matière de brevets (*PCT*) administré par l'OMPI s'est élevé à 205 300, en augmentation de 5,1% par rapport à 2012. Les États Unis d'Amérique ont enregistré une augmentation à deux chiffres des dépôts selon le *PCT*, représentant 56% de la croissance totale du *PCT* contre 29% pour la Chine. Avec 57 239 demandes déposées en 2013, les États Unis ont battu leur précédent record de 54 046 dépôts atteint avant la crise financière mondiale de 2007. La Chine a dépassé l'Allemagne en devenant le troisième utilisateur du système du *PCT*, derrière le Japon. Les États Unis ont conservé la première place du classement des utilisateurs. "Ces nouveaux records témoignent de l'importance de la propriété intellectuelle dans l'écosystème mondial de l'innovation", a déclaré le Directeur général de l'OMPI, M. Francis Gurry. "Les systèmes mondiaux de propriété intellectuelle de l'OMPI sont un élément indispensable de l'écosystème mondial de l'innovation dans la mesure où ils offrent

des solutions économiques pour assurer la protection internationale des actifs de propriété intellectuelle.” (OMPI, 2014).

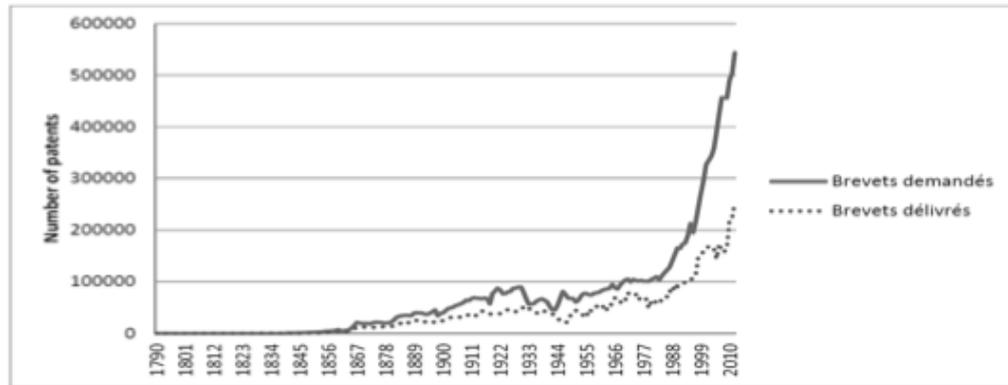
En revanche, si nous examinons l'évolution des brevets délivrés durant la même période que les dépôts de demandes de brevet (que nous avons vus précédemment), nous nous apercevons qu'entre 2009 et 2011, leur nombre total a augmenté de 23%, avec une participation de 30,4% des USA, 23,9% du Japon, 23,3% de la Chine et 20,2% de la République de Corée (nous pouvons voir cela sur la figure ci-dessous), (Perbal, 2013).



Source : base de données statistiques de l'OMPI, 2012.

### Figure 8 : Contribution des différents Offices à la croissance des délivrances de brevets dans le monde

Nous constatons l'écart important qui existe entre le nombre de demandes déposées par la Chine et le nombre de brevets effectivement délivrés.



Source : *USPTO (United States Patent and Trademark Office : Office des Brevets et des Marques des Etats-Unis)*, 2012.

**Figure 9 : Demandes de brevets et brevets délivrés par l’USPTO (1790-2012)**

Le nombre de brevets délivrés en 2012 a atteint 1,2 million (Le Bas et Pénin, 2015). Nous pouvons donc dire que cette augmentation de l’attribution des brevets, comme nous venons de le voir, montre qu’au-delà de la seule augmentation de l’innovation il y a un comportement calculateur (opportuniste) de la part des firmes. D’une part, les firmes cherchent à être mieux protégées et, d’autre part, les firmes pourraient chercher à pratiquer les brevets à des objectifs stratégiques et concurrentiels. En effet depuis plusieurs années, les observations empiriques et les travaux théoriques démontrent que les DPI ne sont plus uniquement des moyens pour les firmes de protéger leurs découvertes contre de possibles infractions et de délimiter leur territoire technique respectif. Ils deviennent aussi des instruments stratégiques et offensifs, utilisés pour renforcer les positions techniques et commerciales des propriétaires dans le processus d’innovation, et pour influencer ce dernier dans certains secteurs (haute technologie, télécoms, informatique) (Liotard, 1999). Ce que nous cherchons à démontrer c’est que les brevets deviennent une réelle arme stratégique pour les firmes.

La pratique de la licence est dans ce contexte particulièrement importante et permet à l’acteur d’envisager des actions, soit pour acquérir de nouveaux savoirs, soit pour gêner les rivaux. Plus spécifiquement, l’usage stratégique des DPI et de la licence s’est accentué dans certains domaines. Dans le cadre de la normalisation par exemple, la mobilisation des DPI « essentiels » dans l’élaboration d’une norme technique peut engendrer un ensemble de stratégies nouvelles, ayant des conséquences à la fois sur le

contenu de la norme et sur sa diffusion (Liotard, 1999). Toujours dans le cadre de la normalisation, les stratégies des firmes peuvent donner lieu à des comportements opportunistes dans la mesure où les résultats du processus de normalisation peuvent considérablement affecter la valeur des DPI détenus par la firme. Nous allons donc essayer de mettre en avant ces différentes stratégies.

#### **1.4. Le rôle stratégique des brevets sur les marchés**

Les brevets sont aujourd'hui un moyen de bénéficier de paiement et de retour sur investissement substantiels, grâce, notamment, aux licences. Ils ne constituent plus uniquement un outil de protection pur et simple. Ce sont aussi des éléments permettant des stratégies défensives ou offensives, visant à conserver ou acquérir des parts de marché ou de gêner les concurrents (Liotard, 1999). Plus précisément, une stratégie défensive vise le maintien et surtout la défense vigoureuse des positions acquises ; elle implique que nous puissions réagir contre toute action offensive des concurrents. Alors qu'une stratégie offensive vise d'une part, la conquête des marchés, par augmentation des parts ou par gain de nouveaux marchés et d'autre part à valoriser le portefeuille de brevets par une utilisation monétaire de ce dernier.

Les brevets peuvent également se révéler un redoutable moyen, pour certaines firmes, de verrouiller le développement des technologies. Sans oublier que les firmes peuvent avoir des comportements opportunistes basés sur les brevets dans le cadre de la normalisation. En agissant de la sorte, ces firmes vont acquérir une position de monopole et réclamer des redevances élevées. En effet de nombreux exemples de comportements stratégiques de firmes ont été mis en lumière depuis quelques années, tout particulièrement dans le cadre des normes de télécommunications (*GSM*)<sup>15</sup>. Ces stratégies autour des brevets visent à faire inclure dans la norme, de quelque manière que ce soit, les brevets détenus par certains acteurs, afin de pouvoir bénéficier ensuite

---

<sup>15</sup> *Global Standards for Mobile (GSM)*, c'est une norme de téléphonie mobile, élaborée au cours des années 80 sous les auspices de l'Institut Européen des normes de Télécommunication (*ETSI : European Telecommunications Standards Institute*). C'est une norme d'anticipation car elle a été développée pour créer un nouveau marché de la téléphonie cellulaire numérique. La façon dont la norme *GSM* a été créée a permis de souligner la volonté de certains acteurs d'agir de façon stratégique dans le comité pour incorporer dans la norme des technologies qu'ils avaient auparavant développées dans leurs propres laboratoires et protégées par brevets. A l'époque de la première génération du *GSM*, il y a eu une série de comportements des firmes, à la fois pendant l'élaboration de la norme et pendant sa commercialisation sur le marché.

d'une position de leader technologique et de percevoir alors les licences afférentes aux dits brevets. Ce type de stratégie se comprend alors par la volonté des firmes de valoriser leur patrimoine technologique, ces dernières voyant dans la normalisation une nouvelle voie pour atteindre cet objectif (Liotard, 2007).

Les firmes innovatrices ont donc intérêt à ce que leurs brevets soient choisis par les organisations de développement de standards. Plus les brevets de ces firmes se diffusent, plus cela leur assure de percevoir des redevances auprès d'un grand nombre de licenciés. La compétition entre les entreprises technologiques au sein de ces organisations peut donc être forte; chacune cherche à faire valoir la supériorité de ses DPI et à influencer ainsi le choix du standard en faveur de son propre portefeuille de brevets. A cette rivalité s'ajoute un danger de comportement anticoncurrentiel (Lévêque, 2007).

Un auteur comme Lévêque estime qu'une entreprise peut cacher intentionnellement le fait qu'elle détient un brevet indispensable et le faire valoir seulement une fois que le standard a été adopté et diffusé. Vu les sommes alors investies par les utilisateurs de la norme technologique, elle peut les obliger à lui payer des redevances de licences beaucoup plus élevées (Lévêque, 2007).

Compte tenu des éléments évoqués précédemment, nous pouvons recenser les différentes utilisations stratégiques des DPI de la part des firmes :

Dans la première stratégie, la firme a la possibilité d'utiliser le brevet pour conquérir de nouveaux marchés, soit en augmentant des parts de marchés déjà obtenues, soit en gagnant de nouveaux territoires. Le brevet constitue donc un titre solide c'est-à-dire *« non affecté par des antériorités, capable de résister à des oppositions, à des actions en nullité, et sur la base desquelles on n'hésitera pas à poursuivre un concurrent en contrefaçon et à donner des garanties à un licencié »* (Pascaud et Piotraut, 1994). La position dominante induite par l'obtention de ce titre permet à la firme d'envisager l'avenir sereinement, et de penser au maintien de son monopole par un renouvellement de ces brevets ou en élaborant des brevets entièrement nouveaux (Liotard, 1999).

Dans la seconde stratégie, une firme peut aussi recourir à une stratégie défensive. En effet, elle peut barrer le passage aux firmes rivales vers sa technologie verrouillée par

un brevet (brevet de blocage) (Lombard, 1998). Par cette politique, la firme dresse le maximum d'entraves sur le chemin des concurrents dans l'exploitation d'une technologie. Plus encore, cette firme propriétaire peut déposer ce brevet mais ne peut pas l'exploiter immédiatement. Mentionnons également qu'il existe des brevets de dissuasion dont l'essence est de décourager la venue d'une firme sur un marché en agissant comme barrière à l'entrée: le dépôt de multiples brevets, bien que discutables individuellement, constitue néanmoins un véritable « champ de mines » (cette expression souligne la notion de multitude de brevets, proches les uns des autres) (Liotard, 1999).

Une troisième stratégie peut, également, conduire une firme à recourir à une politique opportuniste comme nous l'avons évoqué précédemment. Dans le cadre d'un standard, une firme peut cacher, à des fins opportunistes, qu'elle détient un brevet indispensable et elle ne le divulgue qu'une fois la norme adoptée et fixée. Etant donné que les utilisateurs ont déjà investi dans la norme technologique, la firme en question peut donc les obliger à lui payer des redevances de licence très élevées. Cette firme a fait ce que nous appelons un *Hold-up* de brevet pour qu'elle puisse, par la suite, fixer des montants de redevances élevées. De plus ceux qui ont utilisé la norme dans laquelle étaient incorporés les brevets de la dite firme, devaient payer des redevances de licence. La firme est donc en position de force car ce sont ses brevets et comme nous sommes dans le cadre d'un standard, tout le monde est par conséquent obligé de payer des redevances élevées pour pouvoir utiliser la norme dans la légalité la plus totale.

Une quatrième stratégie consiste pour une firme à envisager des stratégies réellement agressives en entretenant son portefeuille de brevets. A l'opposé du partage coopératif d'informations, la constitution de portefeuilles de brevets permet d'élever un mur de DPI, visant à barrer certaines voies de recherche, ou même l'entrée sur le marché, aux concurrents (Barton, 1997).

C'est, par exemple, en déposant systématiquement de nouveaux brevets, dans le but d'empêcher l'entrée de nouveaux concurrents, que Xerox, inventeur du photocopieur, est parvenu à maintenir son monopole pendant des années. Ce type de stratégies fondées sur la constitution de portefeuilles de brevets est particulièrement fréquent dans les secteurs comme l'électronique et l'informatique. Les innovations y sont en

effet régulièrement améliorées, et combinées pour obtenir des produits finis commercialisables (Lévêque et Menière, 2003). Le disque dur d'un ordinateur personnel, par exemple, inclut des innovations protégées par des dizaines, et même des centaines de brevets. Dans ce cas, il est très probable que les différents brevets nécessaires à la production du disque dur n'appartiennent pas tous au même propriétaire. Les détenteurs de brevets doivent donc coopérer en s'accordant des licences croisées (c'est le fait de partager les brevets et de réaliser ainsi des économies en Recherche et Développement). C'est alors l'importance des portefeuilles de brevets respectifs qui détermine le pouvoir de négociation de chaque partie. Le litige qui a opposé Intel à Intergraph en 1998 est tout à fait éclairant à cet égard. Intergraph, une société qui fabrique des stations de travail a porté plainte contre Intel, au motif que les microprocesseurs d'Intel contrefaisaient certains de ses brevets. En représailles, Intel a retourné contre Intergraph l'ensemble des DPI qu'elle lui laissait exploiter auparavant. Plus précisément, Intel a, d'une part engagé des poursuites contre Intergraph pour contrefaçon des ses brevets, et lui a, d'autre part, interdit l'usage de ses secrets commerciaux ; secrets indispensables pour construire des systèmes compatibles avec ceux de Intel (Lévêque et Menière, 2003).

Des travaux empiriques mettent en évidence l'effet général des stratégies de portefeuilles de brevets dans le secteur des semi-conducteurs (Hall et Ziedonis, 2001). Les firmes de ce secteur affirment se fier au secret et à l'avantage du premier innovateur, plus qu'au brevet, pour protéger leurs innovations. Nous pourrions également rajouter qu'il faudrait se fier à ceux dont la technologie est devenue une norme. Nous pouvons affirmer que le rôle stratégique des portefeuilles de brevets risque d'étouffer l'effet incitatif généralement attendu de la propriété intellectuelle. Si nous prenons l'exemple du secteur de composants électroniques qui a connu des avancées technologiques majeures, en l'absence de DPI forts, beaucoup craignent que le risque de hold-up, sous la forme d'un procès en contrefaçon, ne décourage un grand nombre d'innovateurs qui n'ont pas de portefeuilles de brevets pour se défendre.

Le tableau ci-dessous fournit les tendances des comportements stratégiques des détenteurs de brevets européens et illustrent comment ces derniers se servent des accords (Lallement, 2008).

	Usage en interne <sup>a</sup>	Accord de licence <sup>b</sup>	Accord de licences croisées <sup>c</sup>	Accord de licence et usage en interne	Bloquer les concurrents <sup>d</sup>	Brevets dormants <sup>e</sup>	Total
Construction électrique	49,2	3,9	6,1	3,6	18,3	18,9	100
Instruments	47,5	9,1	4,9	4,3	14,4	19,8	100
Chimie/Pharmacie	37,9	6,5	2,6	2,5	28,2	22,3	100
Ingénierie de process	54,6	7,4	2,0	4,9	15,4	15,7	100
Construction mécanique	56,5	5,8	1,8	4,2	17,4	14,3	100
<b>Total<sup>f</sup></b>	<b>50,5</b>	<b>6,4</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>	<b>18,7</b>	<b>17,4</b>	<b>100</b>
Grandes entreprises <sup>g</sup>	50,0	3,0	3,0	3,2	21,7	19,1	100
Entreprises de taille moyenne <sup>h</sup>	65,6	5,4	1,2	3,6	13,9	10,3	100
Entreprises de petite taille <sup>i</sup>	55,8	15,0	3,9	6,9	9,6	8,8	100
Organismes de rech. privés	16,7	35,4	0,0	6,2	18,8	22,9	100
Organismes de rech. publics	21,7	23,2	4,3	5,8	10,9	34,1	100
Universités	26,2	22,5	5,0	5,0	13,8	27,5	100
Autres institutions publiques	41,7	16,7	0,0	8,3	8,3	25,0	100
Autres	34,0	17,0	4,3	8,5	12,8	23,4	100
<b>Total<sup>j</sup></b>	<b>50,5</b>	<b>6,2</b>	<b>3,1</b>	<b>3,9</b>	<b>18,8</b>	<b>17,5</b>	<b>100</b>

a) Usage commercial ou industriel par le détenteur lui-même, au sein d'un procédé de fabrication ou bien par incorporation dans un produit. b) Pas d'usage en interne et cession en licence à un autre utilisateur. c) Cession de licence en échange du droit d'utiliser une autre invention brevetée. d) Pas d'usage en interne, pas de cession en licence mais utilisation pour bloquer les concurrents. e) Le brevet ne sert à aucune des utilisations mentionnées précédemment. f) Nombre total d'observations : 7 711. g) Effectifs de plus de 250 personnes. h) Effectifs compris entre 100 et 250 personnes. i) Effectifs de moins de 100 personnes. j) Nombre total d'observations : 7 556.

Données : enquête menée entre 2003 et 2004, relative à 9 017 brevets accordés par l'OEB entre 1993 et 1997 et dont les inventeurs sont situés dans six pays européens (Allemagne, Royaume-Uni, France, Italie, Pays-Bas et Espagne).

Source : Giuri et al. 2006.

## Tableau 2 : La façon dont les détenteurs de brevets se servent de ces derniers

(une classification par domaines technologiques puis par types de détenteurs ; en pourcentage des réponses).

Ces données font apparaître l'importance relative des « brevets dormants », c'est-à-dire des brevets qui ne sont pas utilisés par leurs détenteurs pour aucun des usages qui sont mentionnés. La part relative de ces brevets dormants se révèle presque deux fois plus faible chez les entreprises de petite et moyenne taille que chez les entreprises de grande taille et même trois fois plus faible que dans les universités et les organismes publics de recherche. Nous voyons également que le nombre de brevets qui visent à bloquer les concurrents est important notamment dans les domaines technologiques. Ces comportements préoccupants concernent plus généralement les domaines où l'innovation comporte un important caractère incrémental, tel que l'informatique ou le logiciel (surtout outre-Atlantique, où les logiciels sont brevetables en tant que tels).

Nous pouvons ainsi conclure que cette situation, au-delà des différences relatives à la taille et au secteur d'activité, illustre une évolution plus générale. En effet, les pratiques sont passées d'une utilisation traditionnelle du brevet en tant qu'élément

essentiellement défensif (protection anti-contrefaçon) à une attitude plus proactive voire offensive à des fins de valorisation au sens large et de positionnement par rapport aux partenaires et concurrents.

Les évolutions technologiques rapides et les risques associés à l'extension du système de DPI ont conduit de nombreux auteurs et acteurs du marché à souligner le risque d'enfermement technologique (*Lock-in*) et la possibilité de limiter l'ampleur des avancées technologiques et des innovations pour la société. Un paradigme alternatif a vu le jour portant sur des considérations différentes des DPI (« *Open Innovation* » (L'innovation Ouverte). Ce paradigme, qualifie le système imposé par les DPI de système d'innovation fermée et limitée (*Close-Loop Innovation*) et lui compare un système sans DPI d'*Open Innovation*. Il a été popularisé par l'ouvrage séminal de Chesbrough (2003) s'intitulant « *Open Innovation : The New Imperative for Creating and Profiting from Technology* ». Dans un premier temps, nous allons voir que l'*Open Innovation* suppose une utilisation différente des DPI. Dans un second temps, nous verrons que la Propriété Intellectuelle devient un moyen d'accéder à de Nouvelles Technologies et permet notamment un déploiement large des TIC.

### **1.5. « L'*Open Innovation* » suppose une utilisation des DPI**

Chesbrough (2003) propose un nouveau modèle d'organisation des activités innovantes qualifié de « *Open Innovation* » par opposition au modèle fermé ou « *Closed Innovation* ». Le modèle fermé suppose une Recherche et Développement interne et valorisée sur les marchés traditionnels de l'entreprise. Il s'appuie sur le contrôle de la propriété intellectuelle, permettant de défendre ses positions par la création de barrières (Ayerbe et Chanal, 2011). L'*Open Innovation*, au contraire, impose de ne plus considérer les centres de Recherche et Développement internes comme les seuls pourvoyeurs d'innovation, pour mettre au premier plan l'importance des relations externes dans la capacité de la firme à développer et à valoriser ses technologies. La mise en commun de connaissances (« *Pooling of Knowledge* ») suppose des échanges de technologies qui, concrètement se font par des octrois de droits entre les différents acteurs, et confèrent aux DPI un statut nouveau en ce sens qu'ils conditionnent l'ouverture (Ayerbe et Chanal, 2011). Nous pouvons également rajouter que l'utilisation stratégique des DPI, largement souligné par la littérature, se

trouve dans les travaux de Chesbrough, au cœur même des mécanismes de création et de capture de valeur. Par création Chesbrough, entend création de la valeur « *en augmentant par exemple le nombre d'idées par l'introduction de concepts externes* ». Le recours à des ressources externes que suppose la création de valeur repose, en effet, sur des acquisitions de droits. La capture selon Chesbrough c'est « *la capture de valeur en utilisant un actif clef, une ressource ou une position, non seulement dans le propre business de l'entreprise mais également dans celui d'autres firmes* ». La capture de valeur passe par l'octroi, sous forme de licences exclusives ou non, de DPI qui vont être autant de sources de revenus directs.

Donc nous pouvons dire que l'*Open Innovation* et la gestion des DPI apparaissent fortement liées. En effet, l'ouverture suppose une utilisation des DPI et ces derniers permettent la création et la capture de valeur.

Cela nous amène à proposer une définition précise de la propriété intellectuelle où nous retrouvons ce que nous venons de dire. La Propriété Intellectuelle a principalement pour objectif d'inciter à la création (droit d'auteur) et à l'innovation (brevet) tout en définissant un équilibre spécifique entre les intérêts des « producteurs » des biens protégés (œuvres, invention) et ceux de la société. Cet équilibre se traduit d'un côté, par la définition de droits exclusifs et des mesures pour en garantir l'effectivité et de l'autre, par une durée limitée de la protection, des exceptions à l'exclusivité des droits (copie privée, licences légales, contraintes contractuelles) et une obligation de divulgation de l'invention (Rochelandet, 2006).

En outre, le management de la Propriété Intellectuelle ne peut pas se limiter à faire respecter des droits de monopole et considérer les DPI comme une ressource stratégique à l'origine d'avantages concurrentiels, bien que cette dimension stratégique de la Propriété Intellectuelle est à mettre en perspective avec un recours accru aux DPI à l'échelle mondiale (Hall 2005, Blind et *al.* 2006). En effet, l'OMPI note une évolution du nombre de brevets délivrés dans le monde depuis 1991<sup>16</sup>. Cette tendance lourde s'accompagne également d'une fragilisation des droits de propriété industrielle, notamment à travers la contrefaçon et un relâchement des critères de brevetabilité dans certains domaines (Lallement, 2008).

---

<sup>16</sup> Rapports sur les statistiques de brevets Rapport Mondial sur les Brevet : Etude Statistique sur le site de l'OMPI : <http://www.wipo.int>

Les règles du jeu semblent donc se complexifier et les enjeux liés à la propriété industrielle occupent, sur la scène internationale, une dimension nouvelle en faveur d'un véritable management stratégique de la protection (Ayerbe et Chanal, 2011).

Les travaux de Chesbrough sur l'*Open Innovation* s'inscrivent dans ce contexte et rendent compte de cette multiplication du recours aux DPI. Ils affirment clairement le rôle central de la Propriété Intellectuelle dans l'*Open Innovation* au sens où elle joue un rôle actif au service de la création et de la capture de valeur. De nos jours, la pression croissante des actionnaires incite les entreprises à gérer leur propriété intellectuelle et notamment leurs brevets de plus en plus comme une source primaire de création de valeur (notamment *via* la gestion des licences), comme un moyen d'afficher la valeur de leurs actifs immatériels dans leurs bilans et un levier crucial pour parvenir à financer de nouvelles activités de Recherche et Développement (Lallement, 2008).

Toujours en s'appuyant sur les travaux de Chesbrough, nous montrerons le rôle fondamental de la Propriété Intellectuelle dans le paradigme de l'*Open Innovation* en distinguant les différentes utilisations des DPI. Nous faisons cette distinction pour montrer que le rôle de la Propriété Intellectuelle diffère et évolue lorsqu'il passe du cadre de l'innovation fermée au cadre de l'innovation ouverte.

### **1.5.1. Innovation fermée : une utilisation défensive des DPI**

Le modèle de l'innovation fermée repose sur le contrôle des résultats des développements technologiques menés en interne. Il privilégie donc une logique de propriété avec l'utilisation des DPI par le développeur. Cette stratégie dite « propriétaire »<sup>17</sup> (Demil et Lecocq, 2003) a pour objectif de faire respecter des droits de propriété en cas d'imitation. Par exemple les logiciels « propriétaires » ne sont pas modifiables sans l'accord de leurs éditeurs ou de leurs producteurs initiaux. Partant de là, les firmes accumulent historiquement des DPI afin de garantir leur liberté, la finalité étant bien d'éviter toute situation de blocage de la part de leurs concurrents (Le Bas, 2002). Il s'agit donc d'un rôle purement défensif visant à maintenir la liberté d'exploitation et à décourager les contrefacteurs potentiels en brandissant l'arme

---

<sup>17</sup> Cette stratégie s'oppose à celle dite « non-propriétaire » où la on fait appel aux logiciels libres. Un logiciel libre peut être défini comme celui dont le code source est rendu publiquement disponible et peut être librement réutilisé (Benhamou et Farchy, 2007).

nécessaire à d'éventuels litiges (Ayerbe et Chanal, 2011). Un tel rôle suppose une multiplication des dépôts jusqu'à couvrir la gamme la plus étendue possible des applications. Nous parlons ainsi de « brevets de barrage » ou de « brevets de dissuasion » (Marquer, 1985).

A partir de ce que nous venons de relater, le brevet apparaît clairement comme une barrière à l'entrée et non comme une source directe de revenus. La génération de liquidités est à rechercher par une valorisation interne. Les brevets forts sont donc un moyen pour le détenteur de bénéficier de rentes de l'innovation. Le paradigme de l'innovation fermée stipulant que « *la firme doit créer ses propres idées et les valoriser dans ses propres produits : elle gère sa Propriété Intellectuelle pour créer et maintenir un contrôle sur ses idées tout en empêchant les autres de les utiliser* »<sup>18</sup> (Chesbrough, 2003).

Selon Chesbrough, le modèle de l'innovation fermée conduit la firme à accumuler des brevets et tout se passe comme si la détention d'un imposant portefeuille allait conférer un avantage concurrentiel et générer ensuite des revenus. Pour Chesbrough, de nombreux brevets ne permettent pas de valoriser les innovations car ils ne sont tout simplement pas utilisés par les firmes détentrices. Par conséquent ces brevets n'ont pas de valeur. Contrairement à ce modèle de l'innovation fermée dans lequel nous avons une logique défensive, nous passons au modèle de l'innovation ouverte où la logique qualifiée par Chesbrough est celle de « valorisation de la technologie ». Nous constatons ainsi une véritable évolution du rôle des DPI.

### **1.5.2. Le modèle de valorisation de la technologie : valorisation et échange des DPI**

Le modèle de l'innovation ouverte repose sur une valorisation des actifs technologiques et donc confère une valeur à une technologie. Les technologies sont génératrices de revenus et ne sont plus dépendante de leurs valorisations. Loin du rôle défensif, les firmes passent à une « stratégie de revenus » (Chaouat, 1999).

---

<sup>18</sup> « *The Closed Innovation Paradigm assumes that you must « make » your ideas and monetize them through your own product. A company manages IP to create and maintain control over its ideas and to exclude others from using them* » (Chesbrough, 2003).

Force est de constater, qu'actuellement certaines firmes utilisent les brevets à des fins de monnaie d'échange, voire pour extorquer des redevances, comme le montre le phénomène récent des « chasseurs de brevets » (*Patent Trolls*)<sup>19</sup>. De telles stratégies reposent principalement sur l'octroi de licences. De plus la valorisation d'une technologie repose sur des firmes ayant accès aux licences. Nous pouvons donc dire que cette logique de valorisation des technologies est source de revenus qui viennent à leur tour alimenter la R&D interne.

Dans ce même modèle de valorisation de la technologie, le recours à la licence permet de capturer des revenus dans un cadre d'*Open Innovation*. Le modèle de l'*Open Innovation* consiste donc à valoriser les idées internes à l'extérieur de l'entreprise et cela suppose une utilisation des DPI.

Dans cette perspective, la Propriété Intellectuelle, selon Chesbrough, joue un nouveau rôle pro-actif. Elle est présentée comme une nouvelle classe d'actifs qui peuvent non seulement fournir des revenus supplémentaires mais incitent également à l'innovation. Mais pour Chesbrough, dans un contexte d'innovation ouverte, les firmes reconnaissent qu'elles ne peuvent contrôler de manière durable et exclusive une technologie (Ayerbe et Chanal, 2011). En revanche, en acceptant l'ouverture et la diffusion des connaissances les firmes doivent planifier le fait que la technologie sera rapidement diffusée et imitée.

La Propriété Intellectuelle doit alors se trouver au cœur de la stratégie générale de l'entreprise. Elle ne doit plus être considérée uniquement comme un outil de défense, ou au mieux comme un moyen de générer des revenus par des politiques d'octroi de licences. Elle devient aussi un moyen d'accéder à de nouvelles technologies et à des technologies développées par les autres firmes sur d'autres secteurs comme nous allons le détailler dans le prochain paragraphe.

---

<sup>19</sup> Il s'agit d'entreprises le plus souvent de petite taille qui sont qualifiées de « chasseurs de brevets » (*Patent Trolls*) par leurs détracteurs. Ces dernières estiment que le cœur de leur métier est l'équivalent, dans le secteur privé, de celui des bureaux de transfert technologique des universités ou des organismes publics de recherche. Dépourvues de capacités de fabrication, ces entités n'ont qu'une seule chose à vendre, c'est les licences d'exploitation de brevet qu'elles n'exploitent pas. Elles se trouvent *ipso facto* à l'abri de toute contre-offensive de la part des détenteurs d'autres brevets qui pourraient menacer de les attaquer en retour et leur proposer des arrangements à l'amiable. Leur pouvoir d'intimidation s'en trouve accru, (Lallement, 2008).

## **1.6. La propriété intellectuelle : un moyen d'accéder à de nouvelles technologies et permet un déploiement large des TIC**

L'un des problèmes majeurs auxquels les entreprises sont confrontées de nos jours concerne l'usage efficace des TIC aboutissant à la production de nouveaux produits et à des innovations organisationnelles (Rallet et Rochelandet, 2005). Cet usage efficace doit prendre en compte les différences, les spécificités des trajectoires de diffusion entre les secteurs. Et la Propriété Intellectuelle joue ici un rôle essentiel. En effet, la propriété intellectuelle peut limiter l'accès et l'usage des technologies ou, au contraire, les renforcer.

Il est alors nécessaire de trouver un compromis entre protection, afin d'inciter les producteurs à innover, et diffusion ainsi que l'usage des TIC. Pour un auteur comme Rochelandet (2006), nous pouvons considérer les brevets comme seuls mécanismes incitatifs amenant les producteurs de TIC et de contenus numérisés à risquer leurs capitaux et quelques part appuyer le déploiement d'une offre de services en ligne et de contenus numériques, évidemment nécessaire pour que les individus et les organisations trouvent un intérêt à acquérir et utiliser ces technologies.

Cependant un renforcement trop marqué de la propriété intellectuelle pourrait avoir à long terme des effets négatifs sur l'innovation et la création. En effet, Helpman (1993) a montré qu'à long terme, le renforcement des droits de propriété entraîne paradoxalement un ralentissement de l'innovation. De plus, la réduction du risque d'imitation augmente la proportion de produits réalisés dans le Nord, et plus le temps passe, plus la proportion de produits existants produite par le Nord augmente. Il s'ensuit une augmentation des coûts de main-d'œuvre qui va dissuader l'innovation (Pfister et Combe, 2001).

Nous pouvons également jouer sur les effets de réseaux<sup>20</sup> au niveau de la demande en évitant tout risque de restriction dans la diffusion et l'usage effectif de ces

---

<sup>20</sup> Effet réseau ou effet club est un mécanisme d'externalité positive économique qui prévoit que l'utilité d'un bien pour un agent dépende du nombre des autres utilisateurs. C'est le cas de nombreuses technologies et service de communications. Selon Rohlfs (1974), Katz et Shapiro (1985) et Liebowitz (2002), l'effet réseau ou de club c'est la variation de l'utilité qu'un agent dérive d'un bien avec le nombre d'agents utilisant ce bien.

technologies ainsi que dans la circulation et la consommation des contenus. Toutefois une atténuation trop marquée de la propriété intellectuelle en assurant un accès large aux technologies, aux services et aux contenus risque de provoquer à plus long terme un appauvrissement de l'offre (Johnson, 1985). Les producteurs et consommateurs vont voir leur bien-être se dégrader.

Nous pourrions également rajouter que pour que la propriété intellectuelle permette un déploiement large des TIC il ne faut pas la renforcer de manière excessive car cela pourrait avoir des conséquences économiques telles que les échanges illégaux de contenus. En effet, la piraterie numérique et la contrefaçon seraient le résultat d'une réaction « naturelle » et persistante des individus provoquée par des prix trop élevés de contenus et des licences d'exploitation et des conditions d'usage trop restrictives (Silva et Ramello, 2000). Mais pour les pays en développement cette piraterie numérique demeure un moyen de diffusion et d'accès essentiel aux contenus quelque soit la technique de reproduction employée. Dans ces pays la piraterie numérique constitue un vecteur important de diffusion des TIC (Rochelandet, 2006).

## **1.7. Conclusion**

L'objectif de ce chapitre a consisté à présenter de manière simplifiée le rôle des DPI et plus généralement les mécanismes de protection de l'innovation dans le processus de l'innovation. Deux approches ont été distinguées : l'approche de l'innovation fermée consistant à un usage interne aux firmes ayant produit les inventions et innovations. Ces mécanismes assurent des niveaux de protection trop élevés mais limitent la diffusion des technologies. D'un point de vue social, la diffusion des innovations est sous-optimale.

Si ce mécanisme inventé par l'Etat vénitien a assuré un fonctionnement correct durant plusieurs siècles, l'accélération du rythme et de l'intensité de la concurrence à la fin des années 70 a conduit à un changement de posture et à l'émergence du paradigme de l'innovation ouverte. Dans ce nouveau paradigme, les firmes sont incitées à partager leurs innovations et en tirer des bénéfices par le système des licences. Il en résulte une diffusion plus large des technologies et des innovations entre les industries et les firmes. Ce nouveau paradigme a contribué à une modification substantielle de la

diffusion des innovations à l'échelle internationale et pourrait expliquer en partie, par exemple, le déploiement rapide des TIC.

Toutefois, les inégalités de développement entre les pays ont poussé à des stratégies d'imitation et de copiage sans paiement des licences et des DPI. Ceci a conduit en partie les firmes des pays développés à innover et à chercher des solutions alternatives en matière de protection des innovations.

Deux solutions pourraient concilier un niveau suffisant d'incitations pour les producteurs et un déploiement large des TIC.

La première solution consiste à pratiquer la discrimination par les prix. Cette stratégie consiste à pratiquer des prix différents pour un bien en fonction de la disposition à payer des consommateurs. Elle est rendue possible dans un environnement numérique car l'identification des partenaires et la négociation des droits de propriété sont rendues possibles au moindre coût, de même que l'exclusion technique empêche les non-payeurs d'accéder aux contenus et élimine les échanges entre catégorie d'acheteurs. En théorie économique, la discrimination par les prix augmente le bien-être social en permettant aux producteurs d'augmenter leurs profits et aux consommateurs de payer selon leur moyen (selon leur disposition) (Rochelandet, 2006). Cette solution incite donc les producteurs à innover (d'où une diversité de l'offre) et permet la diffusion ainsi que l'usage des TIC. Nous avons donc les compromis entre protection et déploiement des TIC. Toutefois, il convient de souligner que la rente est complètement captée par les producteurs.

La deuxième solution concerne les licences non-exclusives (Rochelandet, 2006). Elles permettent à la fois d'assurer une rémunération des détenteurs de propriété intellectuelle et de favoriser la circulation la plus large des œuvres, des technologies numériques et des savoirs qui y sont associés. Les contenus seraient librement reproduits et distribués en contrepartie de rémunérations forfaitaires versées par certaines firmes comme les fournisseurs d'accès à l'Internet (Rochelandet, 2006).

L'avantage des licences non-exclusives réside dans leur principe même : j'utilise une technologie sans avoir à obtenir l'autorisation des ayants droit pour utiliser ladite technologie. Par exemple, les firmes n'ont pas à négocier pour chacune des technologies qu'elles exploitent, en contrepartie elles versent des rémunérations

forfaitaires chaque fois aux détenteurs de ces technologies. Une telle solution permet de concilier protection des producteurs ce qui les incite à innover et la diffusion ainsi que l'usage des TIC. De plus, comme nous l'avons souligné précédemment l'innovation suppose une utilisation des DPI et ces derniers permettent d'accéder à de nouvelles technologies ainsi que la diffusion et l'usage des TIC. La Propriété Intellectuelle doit donc être modulée en fonction de l'usage des TIC.

Compte tenu de nos développements, nous proposons de prolonger cette discussion dans un deuxième chapitre qui sera d'abord consacré à l'innovation défensive et aux DPI. En effet, l'innovation défensive constitue un rempart contre l'imitation en changeant la direction de leur innovation. Les firmes s'appuient sur des technologies intensives en travail qualifié. Ensuite nous étudierons l'innovation par les utilisateurs. Nous verrons l'émergence et l'importance du processus de l'usager central (*User-Centric*) et des « *Lead Users* » (Von Hippel, 2005).

## Chapitre 2

### Innovation défensive, innovation par les utilisateurs et droits de propriété intellectuelle

#### 2.1. Introduction

Ce chapitre prolonge notre réflexion développée dans le premier chapitre et cherche à comprendre les évolutions de la pensée économique à propos des innovations en matière de TIC. Les diverses facettes de ces nouvelles technologies et leurs implications ont été associées à des théories novatrices, en rupture avec les anciennes théories de l'innovation. Deux d'entre elles méritent particulièrement d'être examinées et discutées dans ce chapitre.

Partant du constat que les systèmes de DPI n'étaient pas en mesure de limiter les comportements d'imitation des pays émergents et des pays en développement, certains auteurs, comme Antonelli (2003) ou Ben Youssef et *al.* (2011) sont allés jusqu'à supposer que les TIC sont des innovations qui obéissent à des logiques d'usage particulières dépendant des contextes socio-économiques, permettant ainsi de limiter ces comportements opportunistes. Les pays industrialisés – inventeurs de ces technologies – ont modifié le sens des évolutions technologiques de sorte qu'ils tirent davantage de profit de ces technologies tout en ne permettant pas aux pays en développement d'opérer de manière identique. Cette théorie de l'innovation défensive ou encore du changement technologique biaisé, mérite d'être examinée en profondeur dans notre travail de thèse afin de mieux comprendre les enjeux du déploiement à grande échelle des TIC. Le changement d'approche opéré en matière de DPI serait alors une conséquence de ce raisonnement.

D'autre part, ces technologies présentent un caractère nouveau dans le sens où elles ne sont pas complètement spécifiées. Leurs usages contribuent à définir leurs

propositions. Assez souvent des applications inattendues sont découvertes par les utilisateurs. Ainsi, le rôle des utilisateurs, notamment les précurseurs, est fondamental dans le développement de ces innovations et contribuent ainsi à créer des utilités nouvelles. Un pays pourrait davantage tirer profit de ces technologies si la proportion de ses utilisateurs précurseurs est forte et que leurs aptitudes et compétences sont élevées. De nouvelles théories de l'innovation plaçant le consommateur-utilisateur au centre du processus de l'innovation ont vu le jour, dépassant la vision classique de l'innovation-push où les technologies étaient complètement spécifiées à certains usages et les consommateurs de les utiliser à cette fin. Le capital humain et sa disposition reviennent ainsi au centre du processus d'accumulation des richesses selon une vision Beckerienne.

Ce chapitre fait le point sur les nouvelles théories de l'innovation spécifiques aux TIC et met l'accent sur leur pertinence pour comprendre les dynamiques d'adoption et de diffusion des technologies dans les pays en développement. Deux exemples pratiques permettent d'illustrer le lien entre ces théories et le concept de DPI que nous avons largement débattu dans le premier chapitre.

Ce chapitre est constitué de trois sections. La première relate les théories de l'innovation défensive. La seconde discute les rôles des *Lead-Users* dans le processus de l'innovation. Enfin, la troisième section présente deux études de cas : Napster et Freitag afin d'illustrer nos raisonnements.

## **2.2. La théorie de l'innovation défensive**

La globalisation de l'économie a été accompagnée par une forte menace technologique. En effet, avec la diffusion rapide des biens et services à travers le monde, les firmes se sont vues confrontées à un risque accru d'imitation de leurs propres produits ou marques. Partant de ce cas, les firmes ont cherché à répondre à cette menace en biaisant la direction de leurs innovations. En d'autres termes, les firmes tendent à incorporer des technologies intensives en travail qualifié. Cette stratégie est fondée sur l'idée des avantages comparatifs. En effet, ce facteur de production est disponible en quantité dans les pays industrialisés et est faiblement disponible dans les pays en développement. L'investissement en capital humain

nécessite du temps pour qu'il soit productif. Et tous les pays en développement n'ont ni les moyens, ni la patience à court terme pour s'engager dans des investissements de masse en capital humain.

Dès lors, ce comportement permet aux firmes du nord de se prémunir contre le risque d'imitation. Mais ce processus d'innovation défensive génère une augmentation des inégalités salariales dans les régions du Nord et du Sud.

Afin de réduire la menace d'imitation, les firmes sont incitées à augmenter la part des connaissances tacites et du savoir-faire non codifié inclu dans le processus de production. Elles font cela à l'aide d'une main-d'œuvre qualifiée. Mais dans ce contexte, l'ouverture commerciale intensifie la concurrence technologique internationale et ouvre une voie à l'imitation et à l'innovation. Par conséquent, les firmes peuvent développer des innovations d'une façon moins imitable et des compétences intensives et endogènes. Cette théorie provoque de nouvelles discussions au sujet des inégalités salariales entre travailleurs qualifiés et non-qualifiés dans les pays industrialisés.

Depuis les années 80, la demande de travail s'est orientée très nettement vers les travailleurs qualifiés dans les pays industrialisés. Un déséquilibre existe donc depuis environ deux décennies entre la demande de travail qualifié et l'offre qui augmente également, mais insuffisamment, avec la hausse du niveau moyen de formation (Cardebat, 2001).

Un facteur explicatif clé de cette prime croissante à la qualification concerne l'évolution technologique. En effet, les travailleurs qualifiés sont les seuls à même de maîtriser les nouvelles techniques et voient ainsi leur productivité s'accroître.

L'ouverture commerciale représente également une explication alternative potentielle. Elle repose sur des bases théoriques éprouvées. Et elle coïncide surtout assez strictement avec la montée des inégalités. Plus précisément, l'insertion des pays du Sud dans les échanges internationaux correspond avec la montée des inégalités salariales dans les pays du Nord (Sachs et Shatz, 1994; Borjas et Ramey, 1995). Compte tenu des avantages comparatifs des pays du Nord (abondance de capital physique et humain notamment) et de ceux du Sud (main-d'œuvre abondante et donc peu coûteuse), un mouvement de spécialisation sectoriel s'est opéré naturellement

entre les deux zones. Le Nord est incité à produire des biens à haut contenu technologique et à les exporter vers le Sud qui fabrique des biens basiques exportés ensuite vers le Nord. En effet, la baisse des prix internationaux des biens intensifs en main-d'œuvre peu qualifiée, suite à l'insertion du Sud dans le commerce mondial, conduit nécessairement au déclin des secteurs concernés dans les pays industrialisés. Les secteurs du textile, des composants électroniques, des jouets, des meubles, etc., sont des exemples évidents de ce mécanisme. En revanche, l'ouverture du Sud offre de nouveaux débouchés aux secteurs à fort contenu technologique (aéronautique, chimie fine, automobile, TIC,...). Ces secteurs sont donc en expansion (Cardebat, 2001).

En outre, Thoenig et Verdier (2003) soulignent le fait que les firmes peuvent rendre leurs produits ou technologies plus immunisés contre l'imitation et cela au coût de renforcer les qualifications de leurs processus de production. D'où le fort besoin de main-d'œuvre intensive en qualifications.

Mais il est également important de savoir, que les débordements technologiques dépendent fortement du degré tacite de la connaissance spécifique incorporée dans la production. En effet, pour toute innovation, il y a une information spécifique qui est codifiée sous forme de modèle (potentiellement brevetable) tandis que le reste demeure tacite et informel. Cette partie qui demeure tacite a l'avantage d'être plus difficile à imiter et à transférer. Nous pouvons joindre ici le raisonnement de Helpman (1993). Pour ce dernier, une protection plus renforcée des DPI diminue le transfert de technologies et donc l'imitation. Inversement, la connaissance codifiée et les procédures routinières sont beaucoup plus faciles à apprendre et à être employées et imitées.

Dans ce cas, les firmes peuvent être incitées à renforcer les connaissances tacites <sup>21</sup> et réduire ainsi la diffusion des informations technologiques dans l'économie. Ceci peut être réalisé en complexifiant les produits ou les méthodes de travail et en s'appuyant davantage sur le savoir-faire des travailleurs non codifié. Cela exige des travailleurs relativement plus habiles car des technologies non codifiées (tacites) exigent plus d'effort d'apprentissage (Nelson et Winter, 1977). En effet, les travailleurs qualifiés ont les capacités cognitives de traiter des tâches complexes (Amsden, 1986) et des procédures non-routinières (Autor et *al.* 2001).

Les travaux de Thoenig et Verdier sont fortement inspirés de ceux de Wood (1994) qui avait déjà souligné que le changement technique pourrait être favorisé par le travail qualifié comme réaction endogène des firmes des pays développés qui font du commerce avec des pays à faibles salaires. Selon Thoenig et Verdier (2003), l'ouverture commerciale fait augmenter la prédation technologique. En effet, le degré d'ouverture des firmes, les exportations, la sous-traitance ont certes contribué à favoriser les usages des TIC dans les pays émergents. Cependant, dès lors que ce type d'usage est normé par les donneurs d'ordre et les concepteurs de plateformes, les usages créatifs et innovants n'ont pas été sollicités. En termes d'innovation défensive, si nous nous référons à la littérature développée par Thoenig et Verdier (2003), c'est en biaisant le sens de l'évolution technologique que les firmes des pays industrialisés protègent leurs innovations et limitent la capacité d'usage des firmes du Sud (Bellon et *al.* 2007).

---

<sup>21</sup> Les connaissances tacites ont parfois été réduites à la notion de savoir-faire au travers desquels elles se manifestent habituellement. Ces connaissances tacites sont étroitement liées à l'expérience de ceux qui les détiennent. Il peut s'agir d'un art ou d'un talent particulier des individus mais aussi d'une intériorisation de connaissances explicites passées (savoir) qui sont devenues progressivement inconscientes au fur et à mesure de leur assimilation et qui se traduisent par des « automatismes » (Spender, 1996). Comme l'indiquent Nonaka et Takeuchi, les connaissances tacites recouvrent aussi les intuitions ou les impressions individuelles (Nonaka et Takeuchi, 1995). La plupart des auteurs présentent une dichotomie entre connaissances tacites ou implicites et connaissances codifiées (articulées) ou explicites. Les connaissances explicites peuvent être considérées comme des connaissances (devenues) conscientes (Spender, 1996). Elles sont en général apprises par la réflexion ou l'étude et prennent la forme de « savoirs ». Elles se traduisent notamment par l'exercice d'une « expertise » intellectuelle (Nonaka et Takeuchi, 1995). La création de nouvelles connaissances explicites peut provenir de la combinaison de connaissances explicites existantes ou de la conversion de connaissances tacites par l'extériorisation. Nonaka et Takeuchi insistent sur le rôle de l'usage de métaphore et analogies dans les processus d'extériorisation permettant de rendre explicites des connaissances tacites qu'il est difficile de communiquer. Ces connaissances explicites se présentent sous la forme de langages, formulations, signes, symboles. Il s'agit de connaissances conceptuelles, formalisées, articulées. Elles peuvent être qualifiées de « déclaratives » (Anderson, 1981, 1985).

Autrement dit, ceci induit les firmes locales à biaiser les innovations par le travail qualifié et cela aux fins de réduire la menace future d'imitation et de dépassement. Nous sommes bien dans un cas d'innovation défensive. En outre, selon Thoenig et Verdier (2003) les technologies intensives en main-d'œuvre qualifiée sont meilleure marché que les technologies intensives en main-d'œuvre non qualifiée. Cet avantage est déterminant sur le long terme.

En conclusion, l'évolution extrêmement rapide et continue des TIC conduit à un accroissement de leur efficacité et de leur fiabilité. Ces technologies nécessitent de plus en plus de main-d'œuvre qualifiée. Ces sauts technologiques rendent obsolètes les technologies existantes, tandis que les nouvelles technologies sont à la fois continuellement moins chères et de plus en plus conviviales. L'éventail des utilisateurs potentiels se généralise et les technologies génériques peuvent irriguer les tissus économiques les plus variés en termes de compétences techniques autant que de modes organisationnels. Les TIC constituent un instrument potentiel de première importance (Bellon *et al.* 2007).

### **2.3. L'intégration du commerce dans un contexte nord-nord**

Afin de freiner la menace de la concurrence technologique, les firmes ont eu recours aux innovations défensives basées sur les qualifications. Selon Thoenig et Verdier (2003), la théorie de l'innovation défensive suppose que les pays du Nord, sous l'influence de la faiblesse des DPI et de la montée de la concurrence internationale avec les pays du Sud, ont cherché à biaiser le sens de l'innovation. Celle-ci devient orientée vers le travail qualifié pour renverser les avantages concurrentiels avec les pays du Sud. En effet, les pays du Sud ne disposent pas de manière abondante du travail qualifié, contrairement aux pays du Nord. Ceci réduit l'ampleur des débordements informationnels et augmente l'intensité des compétences des nouvelles technologies. Par conséquent, la fraction des biens produits à l'aide de technologies intensives non qualifiées baisse. Ceci implique une augmentation de la demande relative pour le travail qualifié et une augmentation du salaire d'équilibre qui est issu de la négociation entre l'employeur et les travailleurs (Dor et Van Der Linden, 2001). Pour résumer, l'intégration commerciale entre pays similaires induit un changement

technologique biaisé vers les travailleurs les plus qualifiés. Ceci réduit strictement les biens produits avec des technologies intensives non qualifiées et augmente l'écart de salaire entre travailleurs qualifiés et non qualifiés. Une explication alternative à ce phénomène est défendue par Ben Youssef (2004). En effet, nous constatons depuis le début des années 1980 une augmentation des inégalités de salaires entre les salariés qualifiés et les salariés non qualifiés. Ce constat a été interprété comme une forme de fracture numérique. En effet, l'explication de ce phénomène a consisté à affirmer que les TIC avaient permis d'accélérer la productivité des plus qualifiés et causé la déqualification des autres. Ainsi, les impacts sur les productivités individuelles ont conduit à des rémunérations divergentes et par conséquent des inégalités de salaires. L'accélération du rythme du progrès technique et des connaissances spécifiques liées aux TIC et l'enrichissement des métiers en compétences liées aux usages des TIC pourraient contribuer à accentuer les inégalités de salaires (Acemoglu, 1998).

Wigniolle (2001) propose une autre interprétation alternative, s'inscrivant dans la continuité de ce que nous venons de dire, selon laquelle le progrès technique biaisé serait en fait la conséquence d'innovations organisationnelles. Selon cette vision, l'accroissement inégal des salaires serait dû à l'apparition de nouvelles formes d'organisations productives, formes privilégiant les travailleurs les plus qualifiés. Nous utilisons les termes d'innovation organisationnelle dans un sens bien particulier : nous supposons que peuvent apparaître périodiquement dans l'économie de nouvelles technologies, qui nécessitent qu'un nombre plus important de travailleurs coordonnent leurs activités dans le processus productif. Ainsi, la production de chaque unité d'*output* met en cause un nombre plus important de travailleurs. Ces nouvelles technologies sont plus productives, mais elles sont également plus complexes. Leur complexité fait qu'elles ne sont utilisées qu'avec des travailleurs de plus en plus qualifiés (Wigniolle 2001).

En plus de cette qualification des travailleurs et d'une augmentation du salaire, le changement technologique basé sur les compétences produit une augmentation de l'intensité de la qualification au niveau sectoriel pour tous les secteurs de l'économie (ceux qui sont concernés par le changement technologique biaisé par les qualifications défensives).

Donc dans un contexte du commerce entre pays développés, les DPI sont correctement respectés au sein de l'OCDE. De plus la structure des échanges entre ces pays ne vérifie pas une logique d'avantages comparatifs puisqu'ils possèdent dans l'ensemble les mêmes dotations factorielles.

Nous pouvons affirmer que l'intégration commerciale entre pays développés induit une menace de prédation élevée, et en réponse, nous constatons l'apparition d'innovations défensives biaisées vers les travailleurs les plus qualifiés. Mais rendre tous les produits intensifs en qualification n'est pas une tâche aisée. L'entreprise sera incitée à fabriquer des biens incorporant de plus en plus de connaissances, d'informations et donc de qualifications. Ceci devrait la protéger des innovations futures. Toutefois, cet effort de complexification des produits a un coût et il n'est donc entrepris que lorsque le risque de prédation augmente (Thoenig et Verdier, 2003) et cela se produit lorsque la pression de la concurrence internationale s'intensifie.

Cela montre que le commerce Nord-Nord peut, en théorie, contribuer à l'augmentation des inégalités. Ce facteur est d'autant plus important que l'essentiel de la mondialisation a pris place au sein des pays développés.

## **2.4. L'intégration du commerce dans un contexte nord-sud**

L'intégration économique a fortement progressé durant les deux dernières décennies. Les économies sont devenues de plus en plus imbriquées les unes dans les autres. La diffusion technologique s'est accélérée. Toutefois, cette intégration a été accompagnée par un recours croissant aux innovations défensives.

De manière générale, l'intégration économique entre les pays du Nord et les pays du Sud porte sur deux spécificités :

Premièrement, les pays et les régions ne partagent pas le même cadre juridique pour la protection des DPI. En revanche, il est plus évident lorsqu'il s'agit de deux régions ayant le même niveau de développement institutionnel. Les DPI sont moins imposés et moins respectés dans les pays peu développés par rapport aux pays industrialisés et développés. Plus précisément les DPI sont généralement davantage respectés dans les

pays et les régions du Nord et faiblement respectés dans le Sud. Les firmes peuvent librement imiter les biens dont les technologies sont moins intensives en compétences.

Pour ces derniers nous constatons une propagation immédiate des externalités informationnelles<sup>22</sup>. Par conséquent, la probabilité pour un bien d'être effectivement imité augmente avec le nombre de pays du Sud.

Deuxièmement, les grandes différences dans les dotations factorielles induisent différentes configurations au niveau des prix des facteurs dans les deux régions. Cela nous renvoie à la théorie d'Heckscher-Ohlin qui prend sa source dans les analyses de l'avantage comparatif de David Ricardo. Ce dernier montre que les pays ont intérêt à ouvrir leurs frontières et à spécialiser leur production. Heckscher et Ohlin intègrent les facteurs de production à l'analyse. Ils montrent que ce sont les différences de dotations initiales en facteurs de production qui sont à l'origine des avantages spécifiques de chaque pays. Autrement dit, La différence entre les facteurs de production de chaque pays est une hypothèse importante : il est alors nécessaire que la proportion capital-travail soit différente dans chacun des pays. C'est à cette condition qu'il peut y avoir spécialisation. Plus la différence de la proportion capital-travail est grande entre les pays, plus la spécialisation est intéressante pour tous (Rainelli, 2003). C'est ainsi que la spécialisation dans les produits à faible valeur ajoutée des pays en développement trouve son explication dans le fait que la main-d'œuvre y est plus disponible que le capital. De plus dans ce type de configuration d'Heckscher-Ohlin, les entreprises sont libres de localiser leur production en fonction de l'unité de minimisation des coûts de production. Plus précisément, du point de vue d'une nouvelle entreprise de monopole titulaire d'un brevet dans le nord, les bénéfices instantanés dépendent de la technologie adoptée et de la localisation de la production (dans le nord ou le sud) (Thoenig et Verdier, 2003). Mais si l'entreprise décide de produire dans le sud, le risque d'imitation est toujours présent. Ladite entreprise peut alors protéger son innovation par un brevet et se spécialiser dans les produits à fort contenu en qualifications. Cela peut être très coûteux pour la firme et de ce fait les rentes monopolistiques ne seront plus les mêmes.

---

<sup>22</sup> Celles-ci apparaissent dès lors que les actions ou les conséquences des actions des individus apportent des informations pertinentes sur la bonne décision à prendre (Vicente, 2002).

Finalement, le commerce Nord-Sud ne peut pas expliquer l'augmentation des inégalités entre travailleurs qualifiés et non qualifiés dans le nord car les volumes d'échange entre les deux régions ne sont pas assez larges pour expliquer le mouvement de prix des facteurs (Krugman, 2000). Une augmentation des salaires dans les deux régions ne s'explique pas tant par le volume d'échange ou par la variation des prix des biens que par le degré de transférabilité de l'information à travers les firmes et l'intensité d'imitation et de la concurrence technologique. Ainsi une technologie biaisée avec des systèmes de protection des DPI peut générer des effets sur les salaires et cela selon les échanges ou la variation des prix entre les régions du nord et du sud.

A l'aide d'une innovation défensive une entreprise renforce le contenu en qualification de ses produits. Elle produit dans la zone d'avantages comparatifs du nord et échappe ainsi au risque d'imitation. Mais une entreprise adoptant une telle stratégie s'interdit la possibilité de profiter des coûts de production plus faibles liés à une délocalisation au sud sur une technologie moins intensive en travail qualifié. Au fur et à mesure que les entreprises mettent en œuvre des innovations défensives, l'intensité moyenne en qualification dans les deux économies augmente. La demande de travail pour les travailleurs qualifiés augmente et celle pour les travailleurs non qualifiés diminue. Si le marché du travail est flexible, les inégalités salariales augmentent. S'il existe des rigidités, cela se traduit par une augmentation du chômage des travailleurs peu qualifiés (Thoenig et Verdier, 2003).

Ainsi le mécanisme d'innovation défensive peut supprimer le lien entre les échanges commerciaux Nord-Sud et les variations des inégalités.

Pour résumer, dans les cas du commerce Nord-Sud, l'innovation biaisée sert à déplacer le terrain de la concurrence vers des technologies dont les exigences en qualifications rendent les pays du sud moins compétitifs (ou susceptibles de le devenir). Le commerce entre pays riches, en revanche, inciterait les entreprises à rechercher des innovations augmentant la complexité des processus de production de façon à dresser un rempart contre l'imitation (Thoenig et Verdier, 2003).

Partant de ces constats, il convient de souligner que l'élément manquant dans les relations entre protection des DPI et innovation concernent les régimes d'appropriation sur lesquels nous proposons de nous attarder dans les paragraphes

suivants. La section qui suit propose de préciser le lien qui existe entre les DPI, l'appropriation et l'innovation.

## **2.5. L'appropriation de l'innovation et les DPI**

L'appropriation de l'innovation pourrait être définie comme la capacité de se servir et de maîtriser cette innovation. Depuis le travail de Teece (1986), le terme « appropriation » signifie l'ensemble des moyens mis en œuvre par une entreprise innovante pour empêcher les concurrents d'imiter les dispositifs innovants ou, s'il y a imitation, pour maintenir une position d'innovation et conserver ainsi un avantage durable sur les concurrents. Ainsi, nous considérons comme identiques les expressions de protection de l'innovation et d'appropriation de l'innovation (Cohen et Levinthal, 1990). Nous nous focaliserons ainsi davantage sur les régimes d'appropriation. Il est ainsi l'élément central pour les firmes de masquer leurs technologies, c'est-à-dire, diminuer la menace d'imitation et les coûts de production (Akiyama et Furukawa, 2009).

En effet, quand les technologies sont en partie masquées, des politiques plus intenses en DPI permettent d'encourager l'innovation. Quand les technologies ne peuvent pas être masquées, des politiques moins intensives en DPI découragent l'innovation.

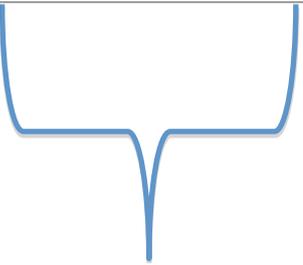
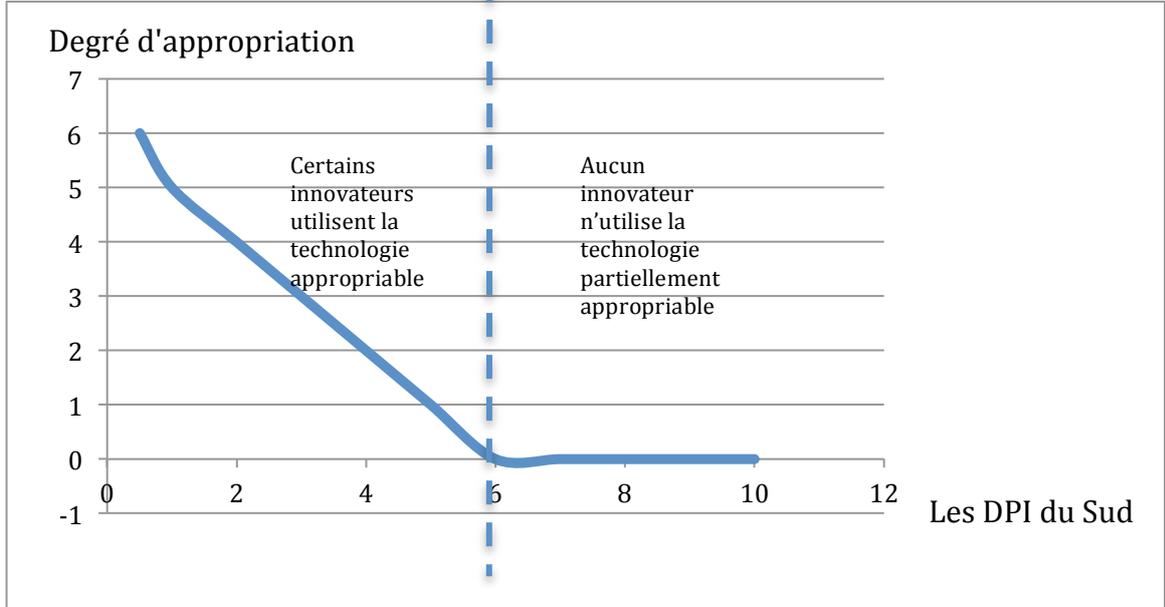
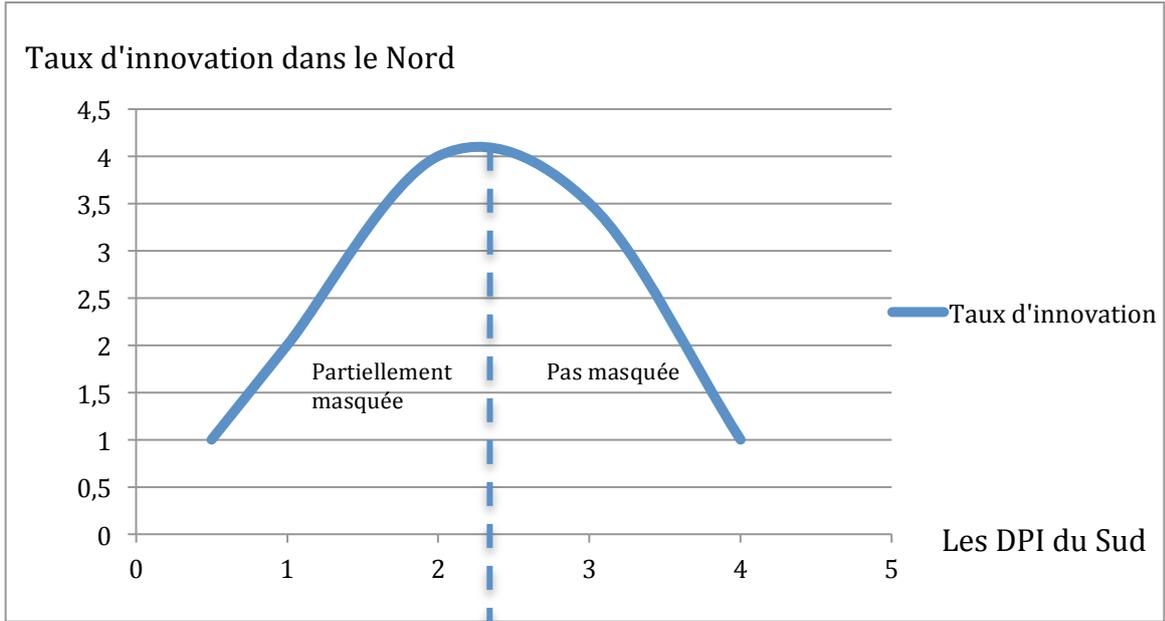
En général, nous pouvons dresser deux types de technologies avec des régimes d'appropriation différents : (*appropriabilité complète vs appropriabilité partielle*). Une technologie est appropriable si elle est suffisamment difficile ou masquée telle qu'elle ne peut pas être imitée. Une technologie est partiellement appropriable si elle peut être imitée même si une plus forte protection des DPI peut la rendre plus difficilement imitable. Les innovateurs peuvent considérer une différence dans leur choix de régime : d'une part, des technologies partiellement appropriables s'ils font face à une menace d'imitation mais leur coût de production est plus faible car elles ne sont pas masquées. En revanche, en présence de technologies complètement appropriables, les firmes sont protégées de l'imitation mais elles doivent payer un coût additionnel pour masquer la technologie. En d'autres termes, elles payent pour incorporer un mécanisme de protection anti-copie dans chaque produit. La

technologie appropriable requiert donc une unité de travail supplémentaire par produit (Akiyama et Furukawa, 2009).

Pour Akiyama et Furukawa (2009) la relation entre l'innovation dans le nord et le degré de protection des DPI dans le sud suit une courbe en « U » inversé. Une protection plus renforcée des DPI dans le sud décourage le nord de poursuivre la complète appropriabilité pour leur innovation. Afin de renforcer la protection des DPI il faut augmenter les ressources disponibles au nord et faire en sorte que les innovations augmentent. La conséquence immédiate d'un tel raisonnement concerne le fait que le taux d'innovation augmente avec un renforcement de la protection des DPI dans le sud.

Selon Helpman (1993) une protection plus renforcée des DPI diminue le transfert de technologie à travers une imitation réduite. Selon lui, le renforcement de la protection des DPI dans le sud baisse l'innovation. Une protection plus intense des DPI dans le sud décourage l'appropriation de l'innovation et augmente l'innovation quand le niveau de protection des DPI est faible.

Pour Akiyama et Furukawa (2009) « Il y a une relation en U inversé entre la protection des DPI au sud et l'innovation dans le nord ». En effet, les politiques de DPI très fortes et très faibles dans les pays en développement diminuent l'innovation dans les pays développés. Ainsi des politiques de DPI modérées sont souhaitables pour l'ensemble des pays. La figure ci-dessous résume la proposition des auteurs.



Plus forte protection des DPI

Source : Akiyama et Furukawa (2009) ;

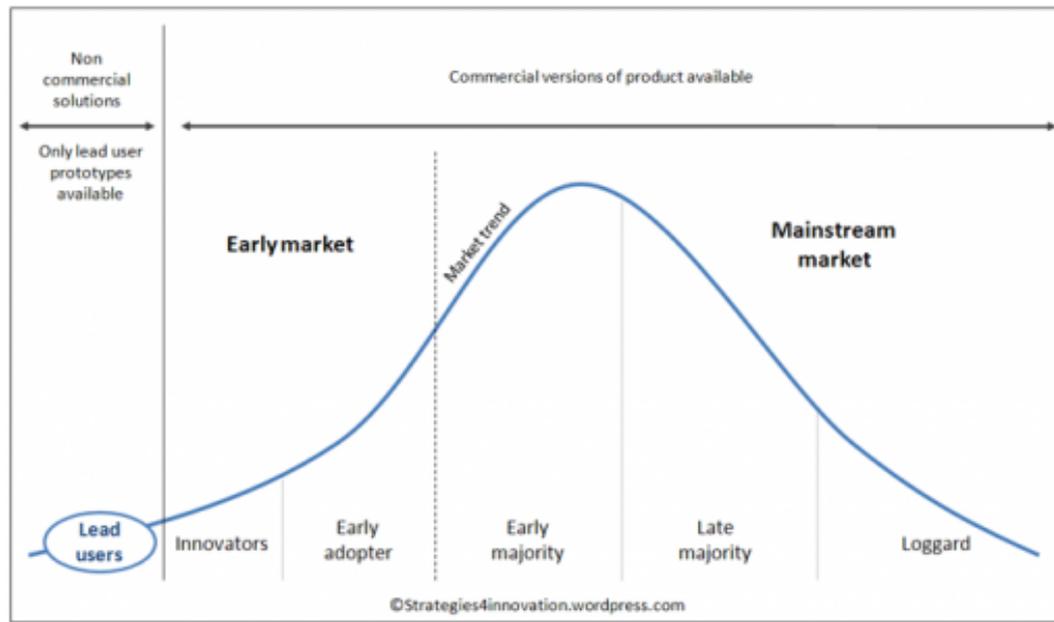
**Figure 10 : Les DPI, l'appropriation et l'innovation**

Une des caractéristiques intrinsèques des TIC concerne leur caractère non défini a priori. Leurs usages dépendent des utilisateurs eux-mêmes et de leurs besoins. Dès lors l'innovation devient tributaire de la capacité des individus de développer des innovations d'usage et de consommation. En effet, quelque soit le régime d'appropriation de la technologie, derrière chaque nouvelle technologie il y a des utilisateurs pilotes ou des utilisateurs « *leaders* » ou encore des utilisateurs innovateurs. La question à laquelle nous allons tenter de répondre dans la prochaine section concerne la place des « *Lead Users* » dans le processus d'innovation et plus précisément dans le processus de diffusion de l'innovation ? Quelle est la relation *Lead Users* et TIC et la place des DPI dans ce raisonnement théorique ? Nous examinerons comment les utilisateurs innovateurs font en sorte que les technologies ou les produits correspondent aux besoins des consommateurs.

Ainsi la façon dont l'innovateur peut capturer de la valeur devient complexe. Bien souvent les innovations technologiques doivent être en correspondance avec un nouveau modèle d'affaires (*Business Models*) (Teece, 2010) non pas tant pour protéger l'innovation directement mais pour mieux la valoriser sur les marchés.

## **2.6. L'innovation par les utilisateurs et les DPI**

Toutes les innovations suivent des schémas d'adoption plus ou moins comparables (Rogers, 1995). Après une phase d'apparition un groupe réduit de consommateurs adopte l'innovation (ce groupe est qualifié de *Lead-Users*), puis un second groupe plus important l'adopte à son tour après avoir examiné l'adoption du premier groupe (la majorité précoce). Il s'en suit une adoption par une très grande majorité si les usages et l'utilité de l'innovation sont grands. Par la suite le groupe des retardataires adopte l'innovation et enfin un groupe de résistants (qualifiés de retardataires) décide de la non-adoption en dépit de l'utilité très forte de la technologie. A titre d'exemple, ceci a été le cas pour la téléphonie mobile, l'Internet, l'Internet Mobile, les applications mobiles diverses.



<http://strategies4innovation.files.wordpress.com/2009/10/lead-users.png>

**Figure 11 : les principaux groupes face à une innovation**

Les *Lead Users* sont une catégorie d'acteurs qui a la faculté, par leurs besoins spécifiques, à produire des biens et des solutions répondant à ces besoins d'être à l'origine de nouvelles dynamiques d'innovation et de la création de nouvelles tendances de marché.

Dans la littérature sur l'innovation par les utilisateurs, Von Hippel (1986) a défini la notion de *Lead Users* comme des individus ou des organisations qui ressentent des besoins qui deviendront ceux d'un grand nombre de clients, et qui espèrent retirer un bénéfice particulier de la satisfaction de ces besoins. Concernant les « produits numériques », Franke et Von Hippel (2003) affirment que: «Les *Lead Users* peuvent concevoir et développer tout type d'innovation dans le domaine des produits d'information, comme les logiciels». Pour Von Hippel (2005), les firmes doivent générer des concepts innovants en partenariat avec des *Lead Users*, et ce dans pratiquement tous les domaines. Confrontées à l'accélération du rythme des innovations dans chaque industrie, il peut même être profitable de laisser certains utilisateurs développer les innovations eux-mêmes (Scheid et Charue-Duboc, 2011). Ainsi Von Hippel (2001) suggère une approche selon laquelle des utilisateurs reçoivent des outils qui leur permettent d'assumer la conception du produit.

Les « *Lead Users* » ont deux caractéristiques selon Von Hippel (1986). Premièrement, ils sont à l'avant-garde d'une tendance importante du marché. Ils expérimentent donc des besoins en avance par rapport aux autres utilisateurs. C'est pourquoi leurs innovations bénéficient d'une réelle expérience d'utilisation et réussissent souvent en cas de commercialisation. Deuxièmement, ils anticipent un bénéfice élevé en trouvant une solution pour répondre à leurs besoins avancés, il en résulte que beaucoup d'entre eux innoveront.

Les utilisateurs innoveront pour satisfaire leurs besoins quand ils perçoivent un bénéfice en modifiant le produit ou le processus en question. Les utilisateurs innovateurs sont des contributeurs principaux à l'histoire de l'innovation (Urban et Von Hippel, 1988). Avec les développements des TIC, les utilisateurs ont eu accès à des outils de conception (*design*) avancés. Désormais, même les politiques publiques cherchent à favoriser l'innovation des utilisateurs, comme aux Etats-Unis et au Danemark (Innovate America, 2004 ; Nye Mal Regerings Grundlag, 2005). Les innovations des utilisateurs sont concentrées principalement entre les mains des « *Lead Users* » (Von Hippel, 2005).

Les *Lead Users* sont avantagés par rapport aux producteurs et aux experts du marché (Von Hippel, 2005 ; Ozer, 2009) du fait qu'ils bénéficient d'une information qui s'appuie sur une expérience réelle de l'environnement d'usage. C'est pourquoi ils sont capables de prédire de manière relativement plus précise les besoins futurs.

Les études empiriques prouvent que les nouveaux produits développés en collaboration avec les « *Lead Users* » réussissent davantage sur le marché que les produits développés de manière classique (Urban et Von Hippel 1988, Morrison et al. 2000, Olson et Bakke 2001, Lilien et al. 2002, Franke et Von Hippel 2003, Franke et shah 2003, Lüthje 2004, Morrison et al. 2004, Franke et al. 2006).

Les « *Lead Users* », peuvent, à travers l'information qu'ils génèrent jouer un rôle important dans la réduction de l'incertitude liée à l'environnement d'usage pour les producteurs en général et pour les étrangers en particulier. L'implication des « *Lead Users* » dans le processus d'innovation n'apporte pas seulement une information concernant leurs besoins avancés mais aussi des solutions à ces besoins. Les « *Lead Users* » innoveront (Urban et Von Hippel 1988, Olson et Bakke 2001, Lilien et al.

2002, Lüthje et Herstatt 2004) et leurs caractéristiques sont corrélées avec une plus forte probabilité d'innovation (Morrison et *al.* 2000, Franke et Shah 2003, Lüthje 2004, Morrison et *al.* 2004).

Dans le cas des TIC, nous accordons une importance considérable aux primo adoptants ou encore aux *leaders*. Selon Rogers (1983), les utilisateurs leaders ne sont des adopteurs précoces que si le produit ou l'outil est fortement novateur. Les utilisateurs précoces peuvent jouer un rôle dans la réduction de la fracture numérique liée à l'usage (Ben Youssef, 2004). Au sens « strict », la fracture numérique désigne les inégalités d'accès à l'Internet. Au sens « large », cette dernière est définie par l'accroissement de l'écart de l'équipement (et de l'accès) en TIC entre deux zones géographiques données ou deux catégories d'individus données. Elle renvoie à une ligne de partage entre les territoires (groupes sociaux) qui ont accès aux TIC et ceux qui n'ont pas accès ou ne l'ont que marginalement (Ben Youssef, 2004).

En effet, les individus ou les nations qui adoptent en premier les outils définissent les normes et participent à l'élaboration des modalités d'évolution technologique. Ainsi leur avance initiale leur permet d'optimiser ces apports de la technologie alors même que les « *followers* » cherchent à s'initier aux premiers usages. Dès lors qu'ils ont atteint un stade d'usage avancé, ils participent à l'élaboration de la nouvelle génération de technologie ou de produit. Le sens de l'évolution technologique est orienté par les primo-adoptants qui gardent constamment un écart avec les « *followers* ». Donc la fracture numérique est essentiellement due à l'action des primo-adoptants. Nous voyons bien ici que les utilisateurs leaders peuvent accentuer la fracture numérique. Les utilisateurs leaders peuvent donc aussi bien réduire qu'accentuer la fracture numérique.

Ainsi, les « *Lead Users* » sont source d'avantages compétitifs et comparatifs (El Demery, 2011). En effet, les producteurs peuvent créer leurs utilisateurs innovateurs en permettant l'accès aux outils de conception (*toolkits*). Les décideurs politiques peuvent les créer à travers des incitations à l'innovation comme celles octroyées aux producteurs. Ils peuvent être créés à travers les efforts des autres acteurs pour surmonter les obstacles circonstanciels qui interviennent entre l'innovation comme une caractéristique personnelle et sa réalisation. Ces facteurs peuvent priver un innovateur potentiel de contribuer au développement de la technologie. La

concentration des outils d'innovation n'est pas efficace selon Von Hippel (2005), car les innovateurs importants ne sont connus qu'après avoir développé une innovation importante.

Nous pouvons affirmer, que grâce aux TIC, les utilisateurs peuvent plus facilement se réunir en communautés virtuelles<sup>23</sup>, ce qui leur permet d'échanger leurs idées et rend leurs innovations plus efficaces puisqu'elles bénéficient des essais d'innovation des autres utilisateurs. Le processus pour trouver les « *Lead Users* » devient alors plus facile et donc moins coûteux. De plus, être membre d'une communauté d'utilisateur augmentera la pression des « *Lead Users* » sur les producteurs pour développer leurs innovations. Les idées des « *Lead Users* » seront alors testées dans leurs communautés et auront une plus grande probabilité de refléter un besoin général. En effet, dans le monde virtuel, les producteurs internationaux cherchent et créent des communautés internationales d'utilisateurs pour connaître leurs besoins et capter leurs innovations moyennant des rémunérations directes et indirectes. Le *community management* s'impose de nos jours comme une des tendances majeures du management moderne.

Von Hippel (1978,1982) s'appuie sur le processus de diffusion de l'innovation tel qu'il a été défini par Rogers (1983) pour montrer que la diffusion de l'innovation est progressive, elle ne touche pas l'ensemble de la population (Bécheur et Gollety, 2000). En effet, les entreprises tentent d'intégrer les « *Lead Users* » dans leur processus d'innovation et de développement de nouveaux produits. Von Hippel (1988) fait constater que l'innovation était née non pas au sein de l'entreprise considérée comme innovante, mais auprès d'un usager, qui pour ses besoins propres avait développé l'innovation. Nous allons nous appuyer sur l'exemple de Freitag que nous développerons par la suite pour illustrer cette assertion.

La nouveauté en soi ne les intéresse pas. Ils n'achètent pas un nouveau produit parce que il est nouveau mais parce qu'il correspond à un besoin précis. Les Utilisateurs Leaders qui ont une forte propension à se projeter dans l'avenir avec un caractère avant-gardiste affirmé (Bécheur, 1998) ne sont des adopteurs précoces que si le

---

<sup>23</sup> Par exemple les communautés virtuelles de développeurs de logiciels ont permis de mettre à disposition des internautes une multitude de logiciels et de contenus libres d'accès et sans DPI. Ils contribuent ainsi à réduire les coûts d'équipements pour les utilisateurs et surtout d'offrir des contenus sans coûts.

produit est fortement novateur. Ainsi, les études montrent que les Utilisateurs Leaders ne sont pas forcément les premiers acheteurs de tous les produits nouveaux. Morrison (1994) montre que les Utilisateurs Leaders ont tendance à communiquer leur expérience et à influencer les autres, c'est-à-dire à avoir certains comportements similaires à ceux des Leaders d'opinion.

A présent, nous proposons, à partir des éléments qui ont été développés, une nouvelle définition des Utilisateurs Leaders. Les Utilisateurs Leaders sont des avant-gardistes qui sont à la pointe d'un domaine, développant des attentes avant la majorité des consommateurs. Ils ont un caractère créatif, défini par une capacité à remettre en cause leur domaine, à traiter des idées nouvelles. Ils ont une forte motivation interne, et sont impliqués durablement dans le domaine. Ils ont intérêt à ce qu'il y ait des améliorations du produit. Enfin ce sont des experts : ils ont une large connaissance du domaine et une forte familiarité en terme d'utilisation du produit.

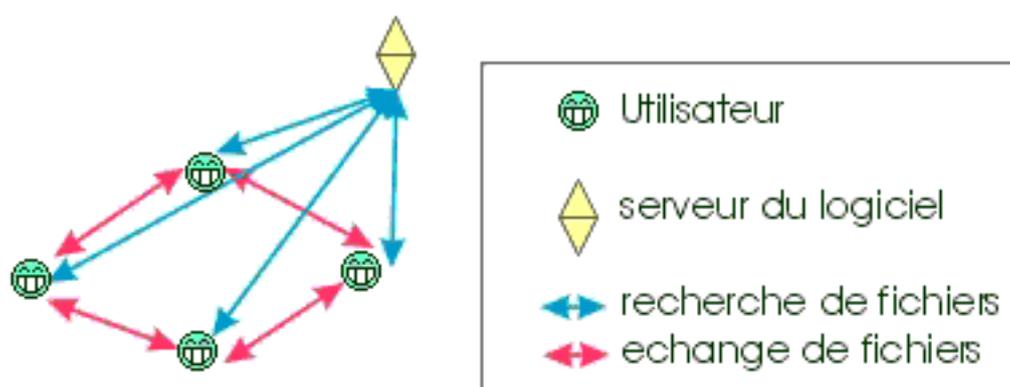
Au final les « *Lead Users* » possèdent deux caractéristiques majeures : d'une part, ils sont à l'avant-garde d'une tendance (*The ahead of trend*), d'autre part, ils possèdent un fort intérêt à innover (*The High expected benefit*).

Nous proposons d'illustrer ce que nous venons de présenter par deux exemples intéressants permettant de montrer la pertinence de l'analyse en termes d'utilisateurs innovateurs. Ils concernent le cas de Napster et de Freitag.

### **2.6.1. Le cas de Napster**

Environ 130 millions d'utilisateurs de l'Internet en 1998. Shawn Fanning, un étudiant américain de 18 ans, fan de musique et d'informatique, a éprouvé le besoin de trouver et de partager facilement des fichiers musicaux MP3 avec des amis. Pour cela il a fallu créer un logiciel afin d'échanger les fichiers MP3 sur le Net avec d'autres particuliers. Ce logiciel est connu sous le nom de Napster. Mais pour cela il faudra reprendre les grands principes des moteurs de recherche, et le *Peer to Peer* (échange de fichiers Pair à Pair) pour le transfert des fichiers. Ce logiciel a été développé par Sean Parker et Jordan Ritter, les amis étudiants de Shawn Fanning ainsi que son oncle John Fanning. La première version a été achevée en juin 1999.

*Le fonctionnement de Napster* : Lorsqu'un internaute (utilisateur) souhaite partager un fichier il le déclare au serveur central. Celui-ci répertorie alors son adresse  $IP^{24}$ . Tout autre internaute (utilisateur) qui souhaite obtenir ce fichier interroge l'index central, comme il interrogerait un moteur de recherche. L'index central lui communique une adresse  $IP$ . Ensuite, le logiciel de partage lui permet de se connecter directement sur l'ordinateur qui propose le fichier. Le fichier en lui-même ne transite pas par le serveur central, qui fonctionne simplement comme un annuaire : une fois l'adresse  $IP$  trouvée, les ordinateurs peuvent se connecter directement entre eux. Mais il ne s'agit pas non plus d'un réseau totalement « pair à pair », dans la mesure où sans le serveur central, le réseau ne peut pas fonctionner.



C'est un fonctionnement simple basé sur un serveur unique (Joseph, 2015).

### **Figure 12 : Exemple de fonctionnement de Napster**

*Développement de la communauté :*

En juin 1999, première mise en ligne pour un test grandeur nature sur 30 utilisateurs. Il y a eu 1500 téléchargements en une semaine. En juillet 2000, Napster compte 23 millions d'utilisateurs dans le monde. En mars 2001, Napster atteint 51 millions d'utilisateurs dans le monde. Il marque la naissance du phénomène de l'échange de fichier *Peer to Peer* (*P2P*, Pair à Pair ou encore particulier à particulier) et des échanges de fichier musicaux sur Internet. Dans la même période allant de 1999-

<sup>24</sup> *Internet Protocol*, est une famille de protocoles de communication de réseau informatique conçus pour être utilisés par Internet. Les protocoles *IP* s'intègrent dans la suite des protocoles Internet et permettent un service d'adressage unique pour l'ensemble des terminaux connectés.

2003, il y a eu une baisse des ventes de CD dans le monde, celle-ci est de l'ordre de 23% en volume et de 16% en valeur.

Pour les associations professionnelles comme la *Recording Industry Association of America (RIAA)* aux Etats-Unis ou le Syndicat National de l'Édition Phonographique (SNEP) en France, le téléchargement de fichiers musicaux sur internet est en grande partie responsable de cette crise des ventes. En décembre 1999, la RIAA (Recording Industry Association of America) qui regroupe les « 5 majors » de l'industrie musicale (Sony, EMI, Virgin tech, Universal et BMG) a porté plainte contre Napster pour violation des droits de propriété intellectuelle.

En juillet 2000, un tribunal d'instance présidé par le juge Marilyn Hall Patel et pour qui « Napster était un monstre destiné au piratage massif » avait sommé la société Napster d'interdire le trafic de fichiers soumis au copyright sur son site (Arnaud, 2001).

Quelques heures avant son application cette injonction avait été suspendue par une première cour d'appel de Californie, afin de laisser le temps aux deux parties de développer leurs arguments ce qu'ils ont fait durant le mois d'octobre.

La *RIAA (Recording Industry Association of America)* accuse Napster d'offrir un service qui « facilite le piratage de musique à une échelle sans précédent » pour eux l'activité de Napster s'apparente à du vol de droits d'auteurs, « une piraterie généralisée ».

Le juge fédéral Marilyn Hall Patel avait d'ailleurs déclaré que Napster était « un monstre à l'origine d'un dommage commercial évident ». Pour Russel Frackman, le représentant de la *RIAA*, la compagnie a été créée pour « échanger de la musique piratée » (Arnaud, 2001). En effet, les dégâts sur l'industrie du disque sont déjà mesurés : une étude publiée le 25 mai montre qu'à proximité des campus américains (les étudiants étant les principaux adeptes de Napster), les ventes de disques ont chuté de 4% entre 1998 et 1999 « ce qui confirme nos pires craintes » affirme alors le porte-parole de la *RIAA*.

Nous signalons que 87% des fichiers échangés comportent un droit d'auteur et ne peuvent donc être échangés sans rémunération et que près de la moitié des utilisateurs reconnaissent acheter moins de CD depuis qu'ils utilisent Napster.

Par conséquent, l'argumentation des grands « majors » de l'industrie musicale repose sur la responsabilisation de Napster quant à l'usage illégal qui en découle et sur l'impact négatif qu'il entraîne sur tout le marché du disque (Arnaud, 2001).

De par cet exemple, nous pouvons voir que le lancement de Napster a été fait par des *Lead Users* jeunes, donc Napster constitue un bon exemple d'utilisateurs innovateurs adaptant la technologie à des besoins propres et qui sont en phase avec les besoins du reste des consommateurs. La vitesse de diffusion de l'innovation a été fulgurante. Mais le problème concernant cette innovation de rupture c'est le manque de prudence avant le lancement. En effet, nous avons un non respect des droits de propriété intellectuelle. De ce fait cette innovation par les utilisateurs a engendré un non respect de la loi (ce qui est un fait nouveau). De plus c'est un dommage causé par des comportements de *Leads Users* du nord sur les industries des pays du nord.

Cet exemple nous montre bien que ces *Lead Users* sont des utilisateurs à l'avant-garde d'un domaine ayant un fort intérêt à innover pour eux-mêmes, imaginant et développant des produits qui répondent à des attentes qui vont se généraliser par la suite à l'ensemble des utilisateurs du domaine selon Von Hippel. Mais ces utilisateurs dans certains cas (comme dans notre exemple) oublient d'être prudents et de faire attention aux DPI. Comme a été le cas de Napster qui a violé massivement les droits de propriété intellectuelle. Le *Lead User* doit se projeter vers l'avenir et anticiper tous les cas possibles. Dans ce cas le *Lead User* fait courir un risque aux autres utilisateurs.

### **2.6.2. Le cas de Freitag**

Le contexte de l'innovation : le sac à dos léger et sportif « Eastpak » fait fureur dans les années 90. A partir de là deux frères Markus (23 ans) et Daniel (22 ans) Freitag, fans de vélo habitant à Zürich en Suisse ont identifié le besoin en 1993. Le besoin c'est celui d'un sac solide et étanche pour pouvoir faire du vélo. Ils vont donc procéder à un recyclage de trois matériaux : Des bâches de camions usées, des ceintures de sécurité de voiture et des chambres à air de vélo.

Par le recyclage de matériaux, chaque sac devient une pièce unique au design avant-gardiste. Il y a une association innovante entre les fonctions primaires d'un sac (solidité et étanchéité) et les fonctions secondaires d'un sac (image véhiculée, différenciation et appartenance à un groupe). On a une stratégie de prix premium et positionnement *Design/ éco chic* justifiés.

En outre, Freitag protège son innovation en brevetant le concept et la méthode de production « sac Freitag ». Freitag protège son innovation en construisant un mythe autour des *Lead Users* fondateurs que sont les frères Freitag et en créant un lien émotionnel fort avec l'acheteur.

Le shop Freitag de Zürich, ouvert en 2005, 17 containers empilés contenant plus de 1600 sacs Freitag. Il y a une valorisation de la provenance Suisse de Freitag : 1600 produits vendus en 2007, 350 magasins partenaires dans le monde entier et 51 salariés à Zürich.

Jusqu'en 2002, l'entreprise a doublé son chiffre d'affaire chaque année. Depuis 2002, elle a enregistré une croissance annuelle de 20%. Par la suite, il y a eu la création de nouvelles gammes de sacs (plus de 30 modèles) et l'élargissement du portfolio (protection pour l'Ipod, portefeuilles, ballon de foot et punching-ball). La seule contrainte à laquelle est confrontée Freitag c'est que les ressources issues du recyclage sont limitées.

Nous pouvons constater également à travers cet exemple que Freitag est un exemple de *Lead Users*, ils ont été à l'avant-garde d'une tendance importante du marché. Ils ont identifiés le besoin en avance par rapport aux autres utilisateurs. Ici l'innovation a connu une commercialisation réussie. De plus, ces *Lead Users* ont protégé leur innovation en la brevetant. Contrairement à l'exemple de Napster, ici il y a un respect des DPI, il n'y a eu aucune violation à ce niveau.

Les *Lead Users* ont su ici anticiper les limites de leur concept innovant, en recherchant une relation sur le long terme et une croissance saine sans boom. Napster en créant son concept, aurait du anticiper les problèmes liés aux droits de propriété intellectuelle et réagir face à cette problématique. Nous pouvons donc dire, que chez les innovateurs utilisateurs le facteur déterminant essentiel de l'innovation concerne l'existence d'un besoin non satisfait. De plus, la capacité à réaliser l'innovation est ce

qui différencie un *Lead User* d'un individu insatisfait. Ainsi, le *Lead User* doit réussir à se projeter vers l'avenir et l'anticiper.

## 2.7. Conclusion

L'objet de ce chapitre a consisté à positionner notre réflexion dans la théorie de l'innovation en examinant les théories de l'innovation défensive et celle des innovations par les utilisateurs « les utilisateurs innovateurs ». Le développement des innovations relatives aux TIC peut être interprété aux regards de ces deux théories. Le Cloud Computing a été, en quelques sorte, développé afin de contrer les imitations des pays du Sud et afin de modifier le sens des évolutions technologiques dans la mesure où le travail qualifié est davantage utilisé que le travail non qualifié.

Nous avons montré que dans ce cas de figure, les *Lead Users* permettent l'expérimentation et la maturation des innovations avant leur large diffusion auprès d'un grand public. Les *Lead Users* permettent également l'innovation et l'usage ainsi que la diffusion des TIC. Mais l'usager innovateur dans ce cas ne pourra pas décider d'une stratégie de propriété intellectuelle. L'exemple dans lesquels les *Lead Users* n'ont pas eu recours aux DPI a été fatal pour la protection des innovations.

Le CC, faisant partie de la dernière vague technologique est caractérisé par l'accès à des ressources matérielles potentiellement illimitées qui ne nécessitent aucun investissement en amont de la part des usagers, puisque ceux-ci sont assumés par des tierces parties, et qui s'avèrent d'une très grande élasticité pour répondre aux besoins informationnels fluctuants des organisations (Chen et *al.* 2010). Le paiement se fait en effet à la minute ou à l'heure, en fonction de la consommation, sur le même modèle que l'électricité, l'eau ou le téléphone, ce qui permet une « variabilisation » des coûts (Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, 2011).

Cette innovation est une innovation technologique mais également une innovation juridique car elle constitue une nouvelle forme de DPI. A titre d'exemple, le logiciel est maintenant perçu comme un service et la propriété intellectuelle du logiciel est devenue inutile. Donc nous pouvons dire que les évolutions des DPI modifient la nature et la variété des usages et permet la diffusion des technologies. Par conséquent, cette nouvelle technologie favorise l'innovation et in fine la performance de

l'entreprise. Elle permet également d'avoir un avantage concurrentiel de par ses avantages que nous allons étudier dans le chapitre suivant.

Après cet examen analytique de notre questionnement, il convient de mieux comprendre les caractéristiques de cette évolution technologique. Pour ce faire, nous examinerons dans la deuxième partie, les caractéristiques économiques du CC ainsi que les déterminants de son adoption par les firmes et par les consommateurs.

**Partie II**

**Adoption et Usage du Cloud  
Computing**

## Chapitre 3

### Les dynamiques d'adoption du CC comme technologie générique

#### 3.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à l'étude de l'émergence de nouvelles formes de DPI et de TIC : le Cloud Computing (Informatique en Nuage). Le CC pourrait être défini comme une technologie « de rupture » permettant à l'industrie des TIC d'offrir des services informatiques comme n'importe quel autre service. Le CC permet de délivrer les logiciels et le matériel informatique en tant que services à la demande aux consommateurs (utilisateurs) *via* l'Internet dans le cadre d'un modèle de paiement à l'usage (Armbrust et *al.* 2009 ; NIST, 2009).

Nous assistons ainsi à un changement de paradigme dans l'industrie informatique avec le CC qui transforme le logiciel en un service. Les utilisateurs ou les entreprises ne gèrent plus leurs serveurs informatiques mais peuvent accéder de manière évolutive à de nombreux services en ligne sans avoir à se préoccuper de l'infrastructure.

Principalement, nous distinguons quatre types de services: le logiciel comme un service (*Software as a Service (SAAS)*), qui est un modèle économique de consommation des applications consommées et payées à la demande et non plus acquises par l'achat de licence. La plateforme comme un service (*Platform as a Service (PAAS)*) est une couche dans laquelle les services sont fournis à distance par les fournisseurs de Cloud. Contrairement au modèle de l'informatique où chaque application générée nécessite localement du matériel, une équipe de travail et d'experts prennent en charge la gestion du système et sa maintenance. L'infrastructure comme un service (*Infrastructure as a Service (IAAS)*) dans laquelle

seulement le serveur est dématérialisé. C'est l'équipement en serveur et son entretien qui sont mis à disposition en tant que services distants. L'entreprise qui propose le service de Cloud propose ainsi la location de composants informatiques comme des espaces de stockage, une bande passante, des unités centrales et des systèmes d'exploitation. Et enfin nous assistons aujourd'hui à une montée en puissance des données comme un service (*Data as a Service (DAAS)*). En effet, un service peut fournir des données de qualité à un endroit précis. Ces données sont à disposition de différents systèmes, applications ou utilisateurs quelque soit l'endroit où ils sont dans l'organisation ou même sur le réseau. Avec le CC ces données sont traitées plus rapidement et avec une efficacité optimale. Le CC accélère l'analyse des données volumineuses et permet de les structurer.

Le CC pourrait être abordé également selon trois modèles de déploiement. Avec un Cloud public l'organisation ne possède pas ses ressources et ses services de technologie de l'information et ne conserve qu'une configuration minimale. Les fournisseurs extérieurs possèdent et fournissent des services et des ressources requises par l'organisation. Ces besoins sont à usage général puisque le fournisseur sert d'autres organisations. Quant au Cloud privé, les ressources et services appartiennent à l'organisation qui les utilise. L'infrastructure, le matériel et les services sont domiciliés en interne. Au niveau du Cloud hybride l'organisation gère les ressources et services qu'elle considère comme essentiels et externalise le reste des services. Cela lui permet une réduction de coûts.

Dans ce chapitre, nous proposons d'analyser les avantages que comporte le CC. En effet le CC est économiquement avantageux, il permet une réduction importante des investissements dans une infrastructure de TI. L'utilisateur paie uniquement ce qu'il consomme et ne prend plus en charge les coûts liés à la maintenance et au renouvellement des équipements. L'utilisateur bénéficie avec le CC d'une multitude d'applications qui se mettent à jour automatiquement et régulièrement. Nous proposons également d'examiner les inconvénients qui empêchent l'adoption de cette technologie de la part des entreprises et son utilisation de la part des usagers.

Enfin, nous proposons de procéder à une analyse dans laquelle nous identifierons les forces, les faiblesses ainsi que les opportunités et les menaces qui pèsent sur le CC. Le CC offre des opportunités pour les firmes qui souhaitent restructurer leurs

infrastructures informatiques. Les faiblesses concernent les problèmes non résolus de traitement des données dans le nuage et la confiance qui demeurent d'une importance considérable. Il nous a paru opportun également d'étudier les parties prenantes de l'environnement CC et de comprendre leurs rôles dans son déploiement. En effet, dans cette analyse du CC nous avons pris en compte la totalité des parties prenantes et non pas seulement les fournisseurs comme le font la plupart des analyses sur le sujet. En conclusion, l'éthique et le marketing seront traités à cause de leur rôle important dans la décision d'adoption de la technologie.

Nos développements s'articulent autour de quatre sections. Dans un premier temps, nous allons examiner et décrire l'émergence du CC. Dans un second temps, nous présenterons les modèles de service et de déploiement du CC avant d'analyser les avantages et les inconvénients de cette technologie dans une troisième section. Afin de mieux cerner cette technologie, nous avons procédé dans une quatrième section à une analyse des forces, des faiblesses, des opportunités et des menaces (analyse *SWOT*) du CC ainsi qu'une analyse par les parties prenantes.

## **3.2. L'émergence du Cloud Computing**

### **3.2.1. La propriété intellectuelle du logiciel et l'émergence du CC**

La propriété intellectuelle du logiciel suit un mouvement général bien établi, qui touche la plupart des biens immatériels et pour lesquels la tendance est à la demande de protection la plus renforcée (Batsale, 2010). Dans le cas de l'industrie informatique, le logiciel est lié au matériel et donc complètement dépendant du mode d'utilisation de ce matériel, lequel propose différentes organisations contradictoires de ce point de vue. L'assemblage dans l'ordinateur de composants électroniques (matériel) et de logiciels, deux biens de natures différentes, l'un industriel, l'autre en termes de services, forme « un effet système » (Varian, 2004). Il en résulte alors une complexité dans la détermination de la nature du logiciel qui explique ses relations complexes avec la propriété intellectuelle. En effet, d'une part, la propriété intellectuelle du logiciel voit sa pertinence instituée ou destituée par ses décisions prises sur le matériel informatique. D'autre part, elle peut, ou ne pas, servir de

fondement à des stratégies menées par les acteurs du marché pour se réserver les meilleures positions. En effet, suivant les configurations matérielles, la propriété intellectuelle du logiciel apparaît indispensable ou demeure inopérante. De nos jours, le changement de paradigme dans l'industrie informatique avec l'avènement du CC transforme le logiciel en un service.

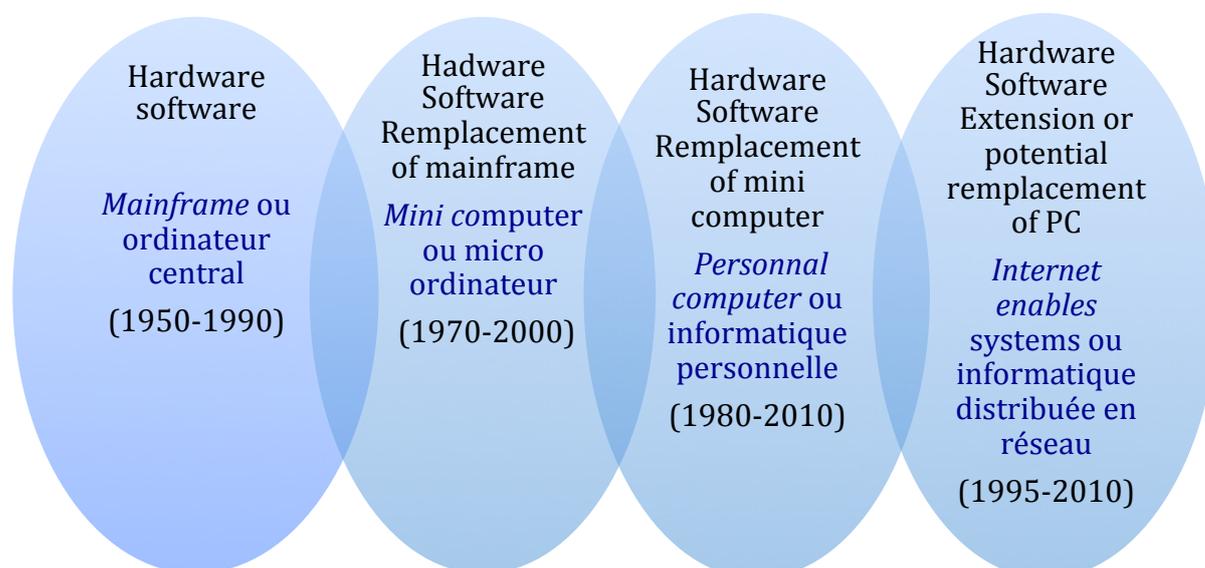
Nous appelons aussi le CC « informatique en nuage », « informatique virtuelle », « infonuagique », « informatique dans le nuage », « informatique dématérialisée ». Selon Marston et *al.* (2011) c'est un modèle de service de technologie de l'information où les services informatiques (*Hardware et Software*) sont fournis à la demande, aux consommateurs (utilisateurs) au niveau d'un réseau en libre service, indépendants du dispositif et de l'emplacement. Les ressources exigées pour fournir les niveaux requis de qualité de service sont dynamiquement partagées, évolutives et rapidement approvisionnées, virtualisées et libérées avec l'interaction minimale du fournisseur de service. Les usagers payent le service comme frais de gestion sans encourir n'importe quelle dépense de capital initial significative.

Le CC est assimilé à un réseau électrique, où les ressources comme le logiciel, le matériel et l'information sont mises en commun et partagées avec l'utilisateur *via* l'Internet, qui est utilisé comme un moyen d'échange (Li et *al.* 2011). Autrement dit, le CC permet de fournir le calcul, les services et les applications comme installations publiques, de sorte que les agents économiques puissent employer les ressources informatiques comme ils utilisent l'eau, l'électricité, le gaz et le téléphone (Zhang et *al.* 2012).

Les usagers ne connaissent pas la localisation précise de leurs données numériques (McAfee, 2011). Les utilisateurs ou les entreprises ne sont plus gérants de leurs serveurs informatiques mais peuvent accéder de manière évolutive à de nombreux services en ligne sans avoir à gérer l'infrastructure sous-jacente souvent complexe. Les applications et les données ne se trouvent plus sur l'ordinateur local mais métaphoriquement parlant dans un nuage (« Cloud ») composé d'un certain nombre de serveurs distants interconnectés au moyen d'une excellente bande passante indispensable à la fluidité du système. Dès lors, l'accès au service se fait par une application standard facilement disponible, la plupart du temps un navigateur *Web*.

L'informatique en nuage modifie le rôle traditionnel de l'informatique et renforce son rôle prépondérant sur le marché en faisant de l'informatique le composant le plus flexible et le plus facile à gérer des coûts d'entreprise. « Nuage » ne décrit pas simplement l'emplacement dans lequel se trouvent les données et le code. Le CC décrit une modification profonde de l'architecture. Les CC entourent et pénètrent l'entreprise, ce qui modifie radicalement les processus pouvant être mesurés et gérés.

Le CC a émergé principalement pour répondre aux exigences de continuité et de qualité du service. Pour réaliser de tels objectifs, des travaux ont été entrepris afin de trouver des méthodes à tous les niveaux impliqués et cela pour établir un service entre un client final et un fournisseur de service. Avant d'approfondir les définitions du CC, nous proposons de nous attarder dans un premier temps sur l'émergence de cette technologie. Nous allons pour cela analyser le schéma qui suit.



**Figure 13 : Les quatre types d'ordinateurs : le cycle de vie de l'ordinateur central, du mini computer, de l'informatique personnelle et de l'informatique distribuée en réseau**

Les différents concepts d'ordinateurs renvoient à trois modes d'utilisation distincts : les *mainframes* et les mini ordinateurs constituent ce que nous appelons l'informatique centralisée (unité centrale et terminaux passifs) ; le micro ordinateur

invente l'informatique personnelle, un poste complet par utilisateur ; L'Internet organise l'informatique distribuée en réseau, maintenant connu sous les termes du CC ou de Toile Mondiale. Comme l'indique le schéma ci-dessus (Meeker et De Puy, 1996) chaque modèle n'est pas « remplacé » par le ou les suivants, mais, à la fois, prend une partie du marché du ou des modèles précédents et crée aussi son propre marché (d'où la forme du schéma). Bien qu'apparus à des moments différents du temps ils existent conjointement et sont en concurrence. Chaque modèle propose une économie fondée sur un équilibre particulier entre matériel et logiciel. Chaque modèle institue donc des stratégies compétitives qui sont possibles à partir de la propriété intellectuelle du logiciel (Batsale, 2010).

En outre, de 1950 à 1995, le logiciel a été perçu comme un bien et la propriété intellectuelle du logiciel était utile. A partir de 1995 est apparu l'informatique distribuée en réseau (nous sommes tous sur un même système géant la Toile Mondiale). Dès lors le logiciel est perçu comme un service et la propriété intellectuelle du logiciel est devenue inutile. Une des conséquences les plus importantes concerne le fait que la propriété intellectuelle est devenue alors totale et le piratage presque banni.

### **3.2.2. Les logiciels comme des biens versus les logiciels comme services**

Le logiciel a été considéré pendant longtemps comme un bien et plus précisément *un bien immatériel*. C'est un bien immatériel communicationnel il est d'une importance sociale considérable (Batsale, 2010). Le logiciel est *un bien marchand*, dans la mesure où il peut être produit et commercialisé de manière autonome indépendamment de la plate-forme matérielle dans laquelle il sera utilisé. De plus, le logiciel constitue *un bien d'une nature particulière*. En effet, la quasi-totalité des coûts sont ceux de son développement et, quant à ceux de sa reproduction en série ils sont, en proportion, négligeables et limités aux seuls frais de duplication des supports d'enregistrement, voire nuls dans le cas d'un téléchargement sur Internet (Julien et Zimmermann, 2002). C'est aussi *un bien dont l'exclusivité est difficile à appliquer* en raison de sa très facile reproductibilité. Ainsi différents modes de protection accompagnent sa commercialisation, mais les possibilités de reproduction sont telles que souvent et de

plus en plus, les versions grand public sont gratuites. En outre, le logiciel est *un bien non rival* dans la mesure où sa consommation n'altère pas son existence (Batsale, 2010). Le logiciel engendre des externalités positives dans sa production, dans la mesure où il est conçu de façon modulaire à partir d'éléments réutilisables, et où ses performances sont progressives et cumulatives dans le temps ; dans son utilisation, puisque les externalités de réseau sont une des caractéristiques majeures de l'outil informatique. Par conséquent, le logiciel des ordinateurs présente le profil économique d'un bien immatériel, difficilement contrôlable, non rival, cumulatif, il est la source d'externalités positives (Foray et Zimmermann, 2001). Ainsi, il est soumis au « dilemme schumpetérien » : son concepteur doit bénéficier d'un certain droit de propriété intellectuelle, qui doit rester incitatif, sans entraver trop longtemps la nécessaire circulation de l'information (Batsale, 2010).

Il y a ainsi un dilemme entre incitation à l'investissement des innovateurs et diffusion des connaissances dans le tissu industriel. Dans le contexte spécifique du logiciel ce dilemme revêt un élément clé qui conditionne la dynamique industrielle, à savoir l'évolution incrémentale des produits. Un système fort de protection, qu'il soit fondé sur le droit d'auteur ou sur les brevets, génère un verrouillage des possibilités d'amélioration d'un produit au bénéfice de la seule firme détentrice des droits de propriété. La dynamique d'évolution d'un logiciel à travers ses versions successives reste donc entièrement dépendante des capacités et de la volonté de cette firme, interdisant toute intervention sur le produit, de la part de l'utilisateur ou d'un autre développeur, qu'il s'agisse d'en rectifier les erreurs ou d'en enrichir les fonctionnalités. C'est la dynamique concurrentielle de l'industrie du logiciel qui est affectée de par les effets de barrières à l'entrée qui en résultent (Julien et Zimmermann, 2002).

### **3.3. Les modèles de service et de déploiement du CC**

#### **3.3.1. Définitions et caractéristiques du CC**

Le terme « nuage » est souvent décrit comme une métaphore pour l'Internet. Certains, attribuent le nom au Président Directeur Général de Google (Eric Schmidt) qui, dans une conférence en 2006, avait appelé ce nouveau modèle émergent de service des TIC "Cloud Computing" (Regalado, 2011).

Une simple recherche sur Google pour le CC est susceptible d'indiquer un flot des définitions. Selon plusieurs auteurs (Grossman, 2009 ; Voas et Zhang, 2009) il ne semble pas y avoir de norme commune ou de définition commune pour le CC. Une étude faite par McKinsey fait état de 22 définitions pour le CC (Katz et *al.* 2010). L'apparition du CC représente un changement principal des services de TIC. L'objectif du CC est de fournir toute la fonctionnalité des services existants de la technologie de l'information et de la communication (et de ce fait permettre les fonctionnalités neuves qui sont jusqu'ici infaisables). Cela permet de réduire les coûts de l'informatique et dissuade donc les firmes à déployer beaucoup de services. Les caractéristiques essentielles du CC comprennent le service à la demande, l'accès au grand réseau, le service mesuré et la mise en commun des ressources.

Le service à la demande signifie simplement que le consommateur peut unilatéralement se fournir de capacités informatiques. Les ressources informatiques sont mises en commun pour servir de multiples consommateurs avec différentes ressources matérielles et virtuelles affectées et attribuées de manière dynamique selon la requête du client. Les capacités rapides d'élasticité semblent être illimitées et peuvent être achetées dans n'importe quelle quantité et à tout moment.

Le service mesuré signifie que l'utilisation des ressources est automatiquement contrôlée et optimisée par le dosage et l'usage de ressources qui peuvent être surveillées, contrôlées et enregistrées par le fournisseur et enfin l'utilisateur du service utilisé. Par exemple, stockage, traitement, largeur de bande et compte d'utilisateur actif (Helvacioğlu Kuyucu, 2011). Le CC représente en outre, une convergence de deux tendances importantes en TIC: d'une part, l'efficacité ou le

rendement des TIC où le pouvoir des ordinateurs modernes est utilisé plus efficacement à travers les ressources évolutives de matériel et de logiciel. Ce concept de l'efficacité de la technologie de l'information inclut également les idées de l'informatique verte « Green Computing » qui consiste en une manière globale et cohérente de réduire les nuisances rencontrées dans le domaine des équipements informatiques et cela aux différents stades de fabrication, d'utilisation (consommation d'énergie) et de fin de vie (gestion/récupérations des déchets, pollution, épuisement des ressources non renouvelables). D'autre part, la facilité des affaires, dans la mesure où les TIC peuvent être employées comme outil compétitif par déploiement rapide et traitement par lots parallèles.

L'accès au grand réseau signifie que les capacités sont disponibles à travers le réseau et sont consultées par les appareils standard comprenant des ordinateurs portables et des appareils mobiles qui répondent en temps réel aux besoins des utilisateurs. Les ressources informatiques utilisées sont plus efficaces mais en plus les ordinateurs peuvent être physiquement localisés géographiquement et cela permet de réduire la consommation d'énergie. La mise en commun des ressources signifie que des ressources informatiques sont mises en commun pour servir les utilisateurs multiples avec différentes ressources matérielles et virtuelles (stockage, mémoire, largeur de bande de réseau et machine virtuelle (*Virtual Machine*)) qui sont dynamiquement affectées et basées à la demande (Aerohive Networks White Paper, 2015).

En outre, l'infrastructure du CC est basée sur un large centre de traitement de données qui est généralement géré par une tierce personne et est accessible à tout moment et par n'importe quelle personne qui possède une connexion à l'Internet (Bradshaw et al. 2011). Pour Marston et al. (2011), l'évolution du CC prendra plusieurs années ou même une décennie pour être dévoilée entièrement. Les trois technologies de base qui permettront cette évolution sont : *la virtualisation, la multi-location* et *le service web*.

*La virtualisation*, est la technologie qui cache les caractéristiques matérielles d'une plateforme informatique des usagers. Elle présente une plateforme informatique pour toutes les fins pratiques se comportant comme un système indépendant mais à la différence d'un système matériel, elle peut être configuré sur demande et mise à jour ainsi que reproduite très facilement. L'infrastructure informatique est mieux utilisée aboutissant à baisser les coûts d'exploitation.

*La Multi-Location (Multitenancy)*, signifie que les ressources partagées servent les consommateurs multiples employant un modèle Multi-tenant (Multi-locataire) avec différentes ressources matérielles et virtuelles dynamiquement affectées et attribuées à nouveau selon la requête du client (Aerohive Networks White Paper, 2015). Ceci permet une meilleure utilisation des ressources d'un système (en terme de mémoire et en temps de traitement). Les conditions pourraient être considérables si le software devait être reproduit pour chaque usager individuel.

*Un service Web* est défini par le *World Wide Web Consortium (W3C)* <sup>25</sup> comme « un système logiciel (*software*) conçu pour supporter l'interaction interopérable de machine en machine au niveau d'un réseau ». La définition entoure beaucoup d'autres systèmes, mais dans l'usage courant, la condition se rapporte aux clients et serveurs qui communiquent autour du protocole http utilisé sur le *Web*. Les services *Web* aident à standardiser les interfaces entre applications, les facilitant pour un usager de logiciel pour avoir accès aux applications de serveurs au niveau d'un réseau.

Le CC est un modèle qui permet l'accès au réseau à la demande et qui permet une mise en commun des ressources informatiques configurables (par exemple réseaux, serveurs, stockage, applications, et services) et qui peuvent être fournies rapidement et réalisées avec un effort minimal de management ou l'interaction du fournisseur de services (Peter et Tim, 2010). Une autre définition proposée se rapporte fondamentalement à la distribution des TIC, y compris le logiciel, par l'intermédiaire de l'Internet publique ou des réseaux privés basés sur les standards *Web* (Alsanea et Wainwright, 2014).

Une définition alternative, plus générale, est fournie par Sultan et Sultan (2012). Selon ces auteurs, le CC est une modalité, qui utilise les progrès dans les TIC tel que la virtualisation et le réseau informatique pour fournir une gamme de services TIC à travers le logiciel, et le matériel virtuel (par opposition au physique) approvisionné (par les centres de traitement des données, possédés et dirigés par des fournisseurs et/ou des utilisateurs du CC) selon les demandes et les besoins de l'utilisateur et livrée au moins par les réseaux publics (par exemple, Internet) et privés ou un mélange (c'est-

---

<sup>25</sup> Le *World Wide Web Consortium*, abrégé par le sigle *W3C*, est un organisme de normalisation à but non lucratif fondé en octobre 1994 chargé de promouvoir la compatibilité des technologies du *World Wide Web*. Fonctionnant comme un consortium international, il regroupe en 2012, 384 entreprises partenaires.

à-dire hybride) des deux modes de distributions. Les services des TIC fournis comprennent les programmes informatiques liés au marché (logiciel comme un service - *SaaS*), les capacités de traitement presque illimitées et rapides et l'aménagement de stockage presque illimité et large (infrastructure comme un service - *IaaS*), les instruments de développement et les options d'accueil pour des usagers préférant produire et manager leurs propres applications *Web* (plateforme comme un service - *PaaS*).

Les services de CC peuvent être fournis par les fournisseurs de CC à travers leurs centres de traitement des données (nuages publics) et des utilisateurs (c'est-à-dire organismes d'usager) utilisant le CC sur leurs propres centres de traitement des données (nuages privés) ou installés sur leurs propres centres de traitement de données et ceux des autres constructeurs de CC (nuages hybrides). Sultan et Sultan (2012), attirent également l'attention sur les CC de « communauté » (souvent vendus en tant qu'autre ajout possible aux trois autres modalités). Ces types de nuages peuvent être fournis souvent par une entreprise et absorbés par des groupes d'entreprises dans les affaires ou des professions similaires à celle de la firme qui fournit le CC.

Les solutions basées sur le nuage donnent aux entreprises et aux usagers une facilité d'accès à la puissance informatique massive et aux coûts négligeables (Wu et *al.* 2011). En se déplaçant les TIC fonctionnent comme le stockage, les applications économiques, et les services au nuage, les firmes ont le potentiel de réduire le coût général des technologies de l'information (Marston et *al.* 2011 ; Goscinski et Brock, 2010 ; Slabeva et *al.* 2010).

Le CC peut concentrer toutes les ressources informatiques et les managers automatiquement par un logiciel sans aucune intervention. Ce sont des offres d'applications pour ne pas déranger les groupes qui sont absorbés dans les affaires. Il est favorable à l'innovation et à la réduction des coûts. Pour certains cela constitue la finalité même du CC (Zhang et *al.* 2012).

Le CC n'a toujours aucune définition unanime. Néanmoins, cet examen sommaire permet de dresser quelques caractéristiques clés qu'il convient de rappeler. Tout d'abord, le matériel et le logiciel (le *Hardware* et le *Software*), sont des ressources

fournies aux usagers sous la forme de service par l'Internet. Par exemple, Amazon EC2 fournit l'habileté du processus, que nous trouvons dans des ressources destinées aux usagers ; *Google App Engine* comprime l'application logicielle et matérielle qui est nécessaire pour l'application *Web* du modèle et du développement au déploiement et à l'application, et qui est ensuite fournie aux usagers. La ressource du CC est hissée aux catégories de logiciel, y compris la plateforme logiciel, le service *Web* et l'application, plutôt que de se limiter aux catégories matérielles, telles que la période du processeur et la largeur de la bande de réseau.

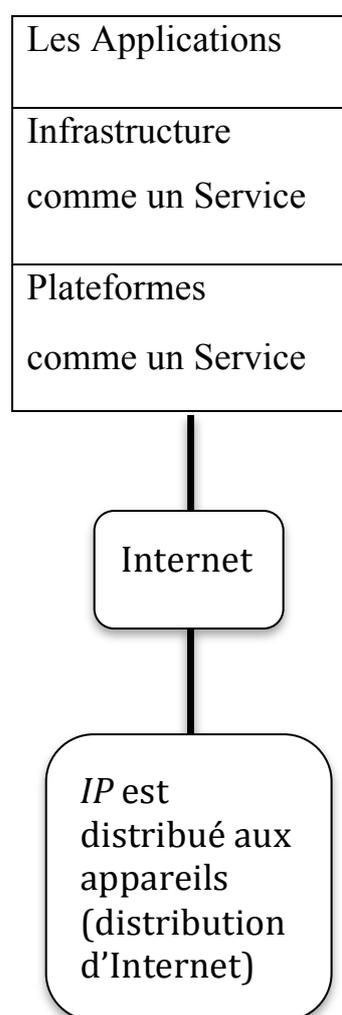
Ensuite, ces ressources peuvent être dynamiquement étendues et configurées comme cela est souhaité. Par exemple, Amazon EC2 peut initialiser des ressources en 200 serveurs virtuels pour la société de Washington Post, et réutilise ces ressources en 9 heures tandis que la mission est finie. De plus, ces ressources existent matériellement sous la forme de la distribution et du partage. Par exemple, IBM possède 8 instituts dans le monde, IBM RC2 a branché les centres de traitement des données de ces instituts par l'intermédiaire de l'Intranet pour fournir le service aux chercheurs autour du monde en tant qu'utilisateurs, ces chercheurs ne savent pas et ne s'inquiètent pas que nous complétons un certain fonctionnement de la science par un serveur. Puis les ressources du CC sont distribuées avec les détails de mise en oeuvre, et sont finalement présentées aux usagers. Et enfin, les usagers emploient les ressources quand ils ont en besoin et payent selon l'usage réel, sans avoir à les gérer (Zhang et al. 2012).

De même la sécurité reste primordiale pour les entreprises, comme les données informatiques sont stockées à distance et ne sont plus présentes sur les postes des utilisateurs, de ce fait si un ordinateur tombe en panne, il est toujours possible de récupérer ses informations à partir d'un autre ordinateur connecté à Internet.

En outre, il y a une certaine élasticité rapide, en effet en employant les capacités techniques (vitesse de traitement de données) des serveurs distants utilisés pour le CC, les entreprises n'ont plus besoin d'acquérir des ordinateurs « dernier cri » et renouvellent ainsi moins leurs parcs informatiques. De plus, les capacités peuvent être rapidement approvisionnées pour évaluer rapidement l'échelle à l'extérieur et à l'intérieur. Les entreprises payeront la quantité de données et le temps de traitement

qu'elles utilisent. Donc pas de dépenses inutiles en acquisition de logiciels et de licences d'exploitation.

La figure 14 présente un schéma du fonctionnement du modèle du CC. Elle montre comment les ressources informatiques dans le nuage peuvent être consultées à partir d'une série de plateformes par Internet.



**Figure 14 : l'infrastructure du Cloud Computing**

(*IP* : *Internet Protocol*, est une famille de protocoles de communication de réseau informatique conçus pour être utilisés par Internet. Les protocoles *IP* s'intègrent dans

la suite des protocoles de l'Internet et permettent un service d'adressage unique pour l'ensemble des terminaux connectés).

Les définitions du CC que nous avons mises en revue précédemment n'exigent pas que les services soient fournis par une tierce personne mais mettent l'accent sur plusieurs aspects : l'utilisation des ressources partagées (Bojoly, 2010) ; les ressources matérielles virtualisées ; l'abstraction sur la localisation (architecture) (Bojoly, 2010) ; l'évolutivité dynamique des ressources ; l'auto-provisionnement élastique et automatisé des ressources (c'est-à-dire, une certaine élasticité permettant d'ajouter à la demande des ressources au système, Bojoly, 2010) ; l'ubiquité (c'est-à-dire l'indépendance du dispositif et de l'emplacement) ; et le modèle de dépense de fonctionnement.

Jaeger et al. (2008) définissent le CC comme une « plateforme informatique qui est en mesure de fournir, configurer et modifier de manière dynamique des serveurs adressés à une large gamme de besoins, s'échelonnant de la recherche scientifique au commerce électronique. L'Union Européenne quant à elle adopte une définition plus large et voit le CC comme un environnement élastique d'exécution des ressources impliquant de multiples parties prenantes et fournissant un service large pour un niveau de qualité spécifique. La Communauté Européenne pour le logiciel et les services de logiciels (*European Community for Software and Software Services (ECSS)*), décrit le CC comme une distribution de ressources informatiques d'un emplacement ou d'une localisation autre que la votre actuellement (Helvacioğlu Kuyucu, 2011).

En conséquence, c'est un type d'informatique dans lequel les capacités relatives aux TIC sont fournies comme des « services » permettant à des usagers d'accéder à des services de technologies de l'Internet sans connaissances d'expertise et avec un contrôle de l'infrastructure de technologie qui les supporte (Helvacioğlu Kuyucu, 2011).

Selon Mell et Grance (2011), le CC se définit comme un « modèle omniprésent, commode, un accès au réseau à la demande pour une mise en commun partagée des ressources informatiques configurables (par exemple réseaux, serveurs, stockage, applications et services) ». Le modèle standard du CC est composé de trois modèles de service auxquels nous rajouterons un quatrième et de quatre modèles de

déploiement.

Nous pouvons synthétiser ces différentes définitions en affirmant que le CC désigne une forme d'architecture informatique dans laquelle les ressources, qu'elles soient matérielles ou logicielles, sont partagées sur le réseau. Le CC évolue et traite des phénomènes complexes. Il n'existe pas une seule définition qui soit acceptée par tous à part une simple traduction « nuage ». En effet, la définition du CC suit une évolution progressive. L'informatique évolue et les usages aussi. Cela touche tout le monde, particuliers, entreprises, services et publics.

### **3.3.2. Les différents modèles de service et de déploiement du CC**

L'objet de cette section consiste à présenter et à expliquer les différents modèles de service et de déploiement du CC. En effet, comme solution le Cloud est la mise en flexibilité (ou en disponibilité) de quatre niveaux que sont : l'application, qui est en contact avec le client, la plateforme, qui exécute l'application, l'infrastructure, qui est le support de la plateforme et les données qui sont fournies à la demande.

La transformation en Cloud et donc la mise en flexibilité de ces quatre niveaux correspondent aux termes généralement notés ainsi : Le logiciel comme un service (*Software as a service : SAAS*), ici l'application est découpée en services, la plateforme comme un service (*Platform as a service : PAAS*), la plateforme est granulaire, l'infrastructure comme un service (*Infrastructure as a service : IAAS*), l'infrastructure est virtualisée et la donnée comme un service (*Data as a service : DAAS*), les données sont fournies à un endroit précis.

En raison du grand nombre de données informatisées et de l'exigence de stockage, le CC a évolué comme un service pour mettre à jour l'infrastructure informatique et est désigné comme nous venons de le citer sous le nom de *SAAS*, *IAAS*, *PAAS* et *DAAS*. Nous allons donc définir et présenter chaque type de service offert par le CC.

D'abord, le logiciel comme un service (*Software as a Service (SAAS)*), établit une interface avec l'utilisateur. Le *SAAS* souvent associé au CC peut aussi être vu comme un modèle économique de consommation des applications consommées et payées à la demande (par utilisateur et par minute d'utilisation par exemple) et non plus acquises

par l'achat de licence contrairement à auparavant (avant l'apparition du CC). Les applications sont livrées par l'intermédiaire de l'Internet en tant que service. Au lieu d'installer et de maintenir le logiciel, les agents économiques accèdent simplement *via* l'Internet, en se libérant des logiciels complexes et de la gestion du matériel. Ce type de service Cloud offre une fonctionnalité complète d'applications allant de la productivité des applications à des programmes tels que ceux pour la Gestion de la Relation Client (*Customer Relationship Management CRM*<sup>26</sup>), ou la gestion de ressources d'entreprise (*Enterprise-Resource Management ERM*<sup>27</sup>) (Sultan, 2010). Le *SAAS* peut donc à ce titre reposer sur une infrastructure informatique dans le nuage. Les exemples de *SAAS* comprennent des applications au niveau de l'entreprise telles que *Salesforce*, *Netsuite* ou *google Apps* mais aussi des applications personnelles telles que Gmail, Turbotax en ligne, Facebook ou Twitter.

La plateforme comme un service (*Platform as a service (PAAS)*), a pour rôle l'exécution du logiciel. Pour bien comprendre cette couche du Cloud, il faut se rappeler le modèle traditionnel de l'informatique où chaque application gérée nécessite localement le matériel (*Hardware*), un système d'exploitation, une base de donnée, un logiciel tiers<sup>28</sup>, des serveurs *Web* et d'autres logiciels. Il faut avoir une équipe de travail, une base de donnée et des experts qui s'occupent de la gestion du système et qui sont indispensables pour la maintenance et faire en sorte que le tout fonctionne. Avec le CC, ces services sont fournis à distance par les fournisseurs de Cloud au niveau de cette couche (Sultan, 2010).

Ainsi, la plateforme comme un service facilite le développement et le déploiement des applications sans coût évitant la complexité d'acheter et de gérer les niveaux de

---

<sup>26</sup> C'est une application informatique qui vise à proposer des solutions technologiques permettant de renforcer la communication entre l'entreprise et ses clients afin d'améliorer la relation avec la clientèle en automatisant les différentes composantes de la relation client tels que l'achat-vente, les ventes, la gestion du service clientèle et l'après-vente (Pillou, 2015).

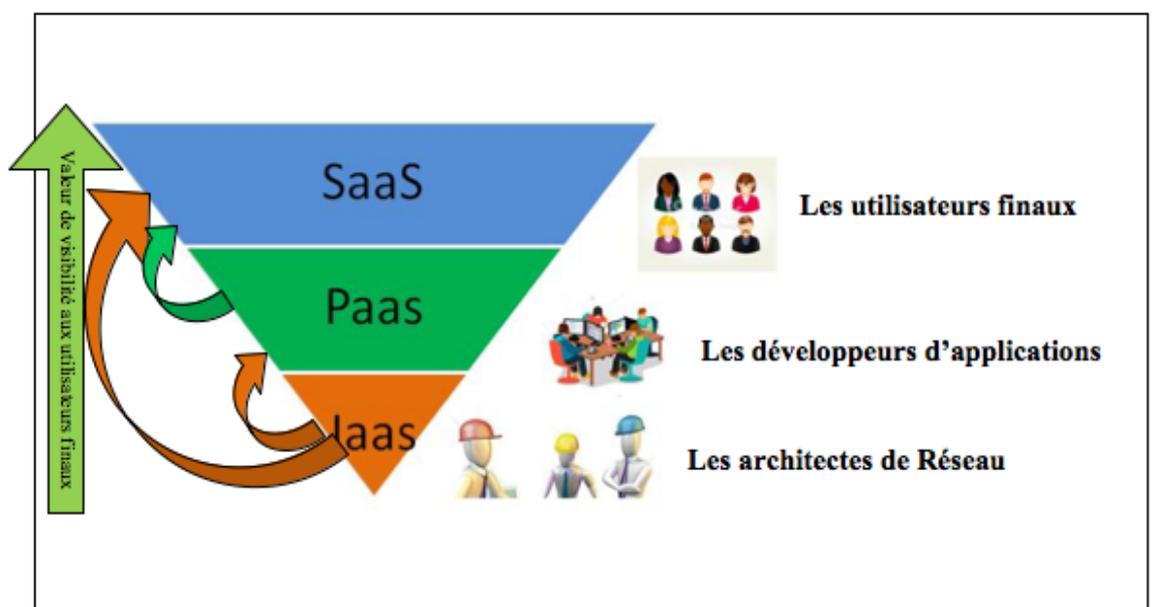
<sup>27</sup> La gestion de ressources est un secteur vital et essentiel pour une entreprise. Un système de gestion de ressources d'entreprise assure que les politiques gouvernant l'utilisation efficace des ressources sont appliqués de façon cohérente au sein d'une entreprise. Les systèmes *ERM* sont complexes parce qu'ils sont intégrés afin d'assurer qu'une transaction d'affaires enregistre l'utilisation de toutes les ressources, humaines, financières et matérielles, et qu'ainsi, un portrait précis et actuel de la disponibilité des ressources est, en tout temps, disponible pour les planificateurs (Groupe Systèmes Et Solutions D'Entreprise, 2007).

<sup>28</sup> Ce logiciel tiers, crée un réseau d'échange d'informations entre différentes applications informatiques.

Hardware et de Software. Les exemples de *PAAS* sont *Google App Engine* et *Amazon's Relational Database services*.

Concernant l'infrastructure comme un service (*infrastructure as a service (IAAS)*), elle permet de créer la plateforme et exécuter les langages de programmation de bas niveau ; Autrement dit, le niveau du système d'exploitation et de l'accès aux fichiers. Les produits offerts par ce mode comprennent la livraison à distance (*via l'Internet*) d'une infrastructure informatique complète (par exemple : les ordinateurs virtuels, les serveurs et les dispositifs de stockage) (Sultan, 2010). Les serveurs de nuage de *Rackspace* sont un exemple de *IAAS*.

La figure infra permet de présenter les trois principales couches du CC.



**Figure 15 : Les 3 couches du Cloud Computing (Warin, 2011)**

Cette figure représente les différentes couches du CC, de la couche la moins visible pour les utilisateurs finaux à la plus visible. L'*IAAS* est plutôt gérée par les architectes réseaux, la couche *PAAS* est destinée aux développeurs d'application et finalement le *SAAS* est le produit final pour les utilisateurs.

Par ailleurs, en plus des trois services classiques nous assistons aujourd'hui à une

montée en puissance de la *Data as a service (DAAS)*, qui sous-entend qu'un service peut fournir des données de qualité à un endroit précis. Ces données sont nettoyées, enrichies et à disposition de différents systèmes, applications ou utilisateurs, quelque soit l'endroit où ils sont dans leur organisation ou sur le réseau. Cela nous permet d'attérir sur les *big data* ou mégadonnées ou encore données massives. Ces « données structurées ou non dont le très grand volume requiert des outils d'analyse adaptés » (*Vocabulaire de l'informatique*, 2014), offrent des perspectives encore plus prometteuses : la fusion des données et leur analyse prédictive – analyse des sentiments, segmentation et géolocalisation des besoins, connaissance affinée des comportements, voire des attentes de l'utilisateur – laissent augurer un nombre considérable d'applications allant du marketing intelligent à la gestion des villes intelligentes, si nous songeons à la gestion de l'énergie, du trafic, voire de la sécurité et de la santé publique (Bensamoun et Zolynski, 2015). Avec le CC ces données sont traitées plus rapidement et avec une efficacité optimale. Le CC accélère l'analyse des données volumineuses. Il permet aux services de grandes entreprises d'exploiter de grands volumes de données en bénéficiant d'une énorme puissance et sans limitation (Vogels, 2012). Le CC permet de structurer ces données massives.

Les trois modèles partagent les caractéristiques communes : la répartition des ressources, l'accessibilité par le biais des réseaux et l'approvisionnement à la demande. Ces caractères distinctifs se rapportent à la propriété des ressources fournies des technologies de l'information (Géczy et al. 2012). Nous présentons ces modèles de déploiement du Cloud pour approfondir notre réflexion sur l'adoption du Cloud et permettre aux firmes de savoir qu'elle est le modèle qui correspondrait le mieux à leurs besoins.

**Le Cloud public**, est fourni par un fournisseur de service *via* l'Internet. Le Cloud public, se rapporte à la configuration où une organisation ne possède pas ses ressources et services de technologie de l'information et ne conserve qu'une configuration minimale. Les besoins en technologies de l'information sont externalisées (Hofmann et Woods, 2010). Les fournisseurs extérieurs possèdent et fournissent des services et des ressources requises par l'organisation. Ils ne sont pas adaptés aux besoins de l'organisation et sont à usage général, puisque le fournisseur sert également d'autres organisations. L'organisation n'a pas de contrôle sur les

services et les ressources du fournisseur. Les services et ressources sont accessibles sur l'Internet (Géczy et al. 2012). Que les protocoles de communication sécurisés ou non sécurisés sont utilisés, cela est décidé par le fournisseur. Ce modèle est le plus précaire au niveau de la sécurité, mais le moins cher. L'organisation peut donc économiser les coûts de déploiement, de gestion et de maintenance des ressources et des services de technologie de l'information (Géczy et al. 2012). En effet, cela s'explique par le fait que dans le Cloud public les services et les ressources sont fournis par des fournisseurs externes et sont accessibles à travers l'Internet.

*Google Apps* est un exemple de nuage public qui est utilisé par des entreprises de toutes les tailles. Le Cloud public se réfère au modèle du paiement à l'usage (*Pay-Per-Use*).

**Le Cloud privé** se réfère à l'environnement des TIC où les ressources et les services sont la propriété de l'organisation qui les utilise (Orakwue, 2010). Autrement dit, toutes les infrastructures, le matériel et les services sont en interne. L'organisation a sa propre division de technologie de l'information qui gère l'infrastructure interne, matérielle et logicielle. Les services sont accessibles au sein de l'organisation *via* Intranet<sup>29</sup>. L'accès aux ressources et services de technologie de l'information à l'extérieur de l'organisation est facultatif. Si l'accès est fourni à l'extérieur, il se fait généralement *via* des protocoles de communication sécurisés. Les services et les ressources sont adaptés aux besoins organisationnels de même que l'organisation a le plein contrôle sur eux. Ce modèle est le plus sûr, mais aussi le plus cher. L'organisation doit allouer des ressources financières et humaines pour le déploiement, la gestion et la maintenance des ressources utilisées et des services de technologie de l'information (TIC). Cela exige plus de coûts initiaux et de temps de déploiement (Géczy et al. 2012). Par exemple, une firme peut utiliser une infrastructure de CC privé dans le département interne de technologies de l'information essentiellement pour des applications d'accueil dans leur propre réseau privé et peut les fournir par la suite à ses propres usagers.

Les Clouds privés fournissent un contrôle plus grand de l'infrastructure du nuage et sont souvent appropriés à de plus grandes installations. Un Cloud privé peut être traité

---

<sup>29</sup> Réseau informatique utilisé à l'intérieur d'une entreprise ou de toute autre entité organisationnelle qui utilise les mêmes protocoles qu'Internet.

réellement par un fournisseur tiers. Ainsi, le Cloud privé représente donc un modèle où les ressources et les services de technologie de l'information sont contenus au sein de la firme et accessibles à travers des réseaux internes tel que l'Intranet (Géczy et *al.* 2012).

**Le Cloud hybride** se rapporte à une configuration où une organisation est propriétaire de ses ressources de base et des services de technologie de l'information. Ils sont hébergés et fournis en interne. Les services non essentiels sont confiés à des prestataires extérieurs (Sotomayor et *al.* 2009). Les ressources et les services essentiels sont accessibles en interne *via* l'Intranet, tandis que les ressources et les services non critiques sont accessibles *via* l'Internet. Les services et les ressources critiques sont adaptés aux besoins de l'organisation et l'organisation maintient un contrôle total sur eux. Le modèle de Cloud hybride représente un compromis entre la sécurité et les coûts des modèles de Clouds privés et publics. L'organisation gère en toute sécurité les ressources et les services de base, et réduit les coûts en externalisant les services qui ne sont pas de base (Géczy et *al.* 2012). Le Cloud hybride est donc la combinaison d'un nuage public et d'un nuage privé. En effet l'information non critique est externalisée au nuage public alors que les services critiques et les données sont maintenus dans le contrôle de l'organisme (de l'entreprise).

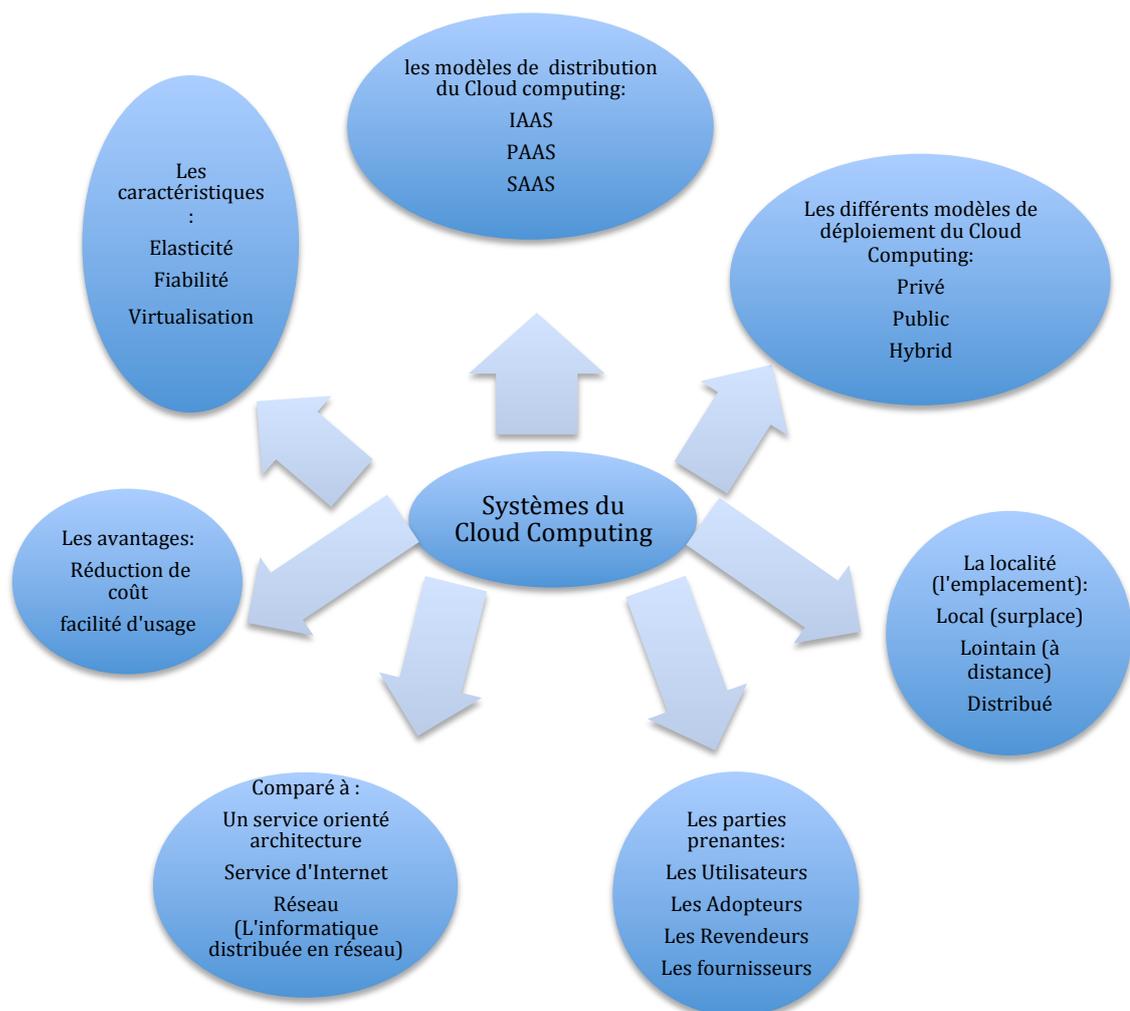
Nous pouvons également rajouter un quatrième modèle de déploiement du Cloud Computing que nous appelons le Cloud de communauté.

**Le Cloud de communauté** est contrôlé et utilisé par un groupe de firmes ayant des intérêts communs tels que des exigences de sécurité particulières communes ou une mission courante. Le gouvernement fédéral des Etats-Unis est l'un des plus grands usagers d'un nuage de communauté. Cela a permis au gouvernement de déployer rapidement des applications très particulières. De nombreux gouvernements sont de plus en plus intéressés par le CC et certains d'entre eux fonctionnent aujourd'hui pro-activement avec plusieurs acteurs principaux afin de développer les normes et la réglementation, cela sans entraver l'innovation et en assurant le secret de l'information ainsi que la sécurité des données.

De 2012 à 2016, les services du nuage public des TIC ont connu un taux de croissance annuel de 26,4%, soit cinq fois plus que l'industrie des TIC en général puisque les

firmes vont accélérer leurs commandes du modèle des services Cloud pour la consommation des Technologies de l'Information.

« L'industrie des Technologies de l'Information est au milieu d'une période transformative importante alors que les firmes investissent dans des technologies qui pilotent l'accroissement de l'innovation pendant les deux à trois décennies suivantes ». Selon Frank Gens, (Analyste en chef à l'International Data Corporation IDC) (Aerohive Networks White Paper, 2015): « vers la fin de la décennie, l'IDC attend au moins 80% de l'accroissement de l'industrie, les entreprises avec une haute valeur des Technologies de l'Information seront pilotées par les services du Cloud et les autres technologies de plateforme ». Selon Gartner's IT Spending Report (2012), en 2016, les dépenses publiques de service du Cloud d'entreprises atteindront les 207 milliards de dollars. La figure 16 permet de résumer les systèmes du CC.



Source : (Helvacioğlu Kuyucu, 2011).

## Figure 16 : Les systèmes du Cloud Computing

### 3.4. Les avantages et les inconvénients du CC

#### 3.4.1. Les avantages du CC

Le CC admet de nombreux avantages économiques comparativement aux autres types de stockage d'information incluant le gain de temps des TIC pour l'utilisateur, davantage de souplesse et de services à la demande (Vouk, 2008). En effet, de nombreuses firmes tirent profit du nuage pour aider à réduire les dépenses tout en améliorant la productivité. De plus le Cloud est devenu une infrastructure adaptative qui peut être séparé par différents usagers et utilisé de différentes manières. Les usagers sont complètement séparés entre eux et la flexibilité de l'infrastructure tient compte du fait que ces changements concernant l'informatique doivent être équilibrés pendant que plus d'usagers rejoignent le système (l'installation de l'infrastructure a été ainsi normalisée et la capacité informatique est devenue simple). Plus le nombre d'usagers augmente, plus le chargement de demande sur le système devient plus équilibré. Il existe donc un effet de réseau<sup>30</sup> et en même temps les économies d'échelle<sup>31</sup> augmentent. Le CC peut en outre faire baisser les barrières de la technologie de l'information (Internet) et favoriser l'innovation.

Le CC fournit des services qui n'étaient pas possibles avant, en effet l'entreprise peut notamment bénéficier d'une capacité de traitement de l'information (sans acquérir des ordinateurs et des ressources nécessaires), d'infrastructures informatiques (de type réseaux), de capacité de stockage et d'archivage (sans avoir à se doter de serveurs spécifiques) mais aussi d'applications informatiques (sans avoir à acquérir les licences correspondantes). Le service du CC se réfère à la distribution du logiciel de l'infrastructure ou du stockage *via* l'Internet en temps réel et peut être consulté avec n'importe quel dispositif avec une capacité de l'Internet à tout moment et de n'importe où. De plus, les fournisseurs de Cloud prennent le soin de mettre à jour et

---

<sup>30</sup> Ou effet club, c'est un mécanisme d'externalité positive économique qui prévoit que l'utilité d'un bien pour un agent dépend du nombre des autres utilisateurs. C'est le cas de nombreuses technologies et services de communications.

<sup>31</sup> Correspond à la baisse du coût unitaire d'un produit qu'une entreprise obtient en augmentant la quantité de sa production. On parlera ainsi d'économie d'échelle si chaque bien produit coûte moins cher à produire lorsque les quantités produites ou vendues augmentent.

de configurer ce qui permet à la firme un gain de temps. Le CC permet sans investissements majeurs en termes d'infrastructure et de dépenses capitaux (les appareils supplémentaires ou des ressources de technologies de l'information), de bénéficier d'un service à moindre coût fondé sur la consommation, de type « *pay-per-use* » et par suite d'optimiser la gestion des coûts d'une entreprise, les dépenses liées au CC devenant des dépenses opérationnelles. Dès lors, le prix d'un tel service est calculé en fonction de la consommation effective d'une entreprise, tout comme pour l'utilisation du gaz ou de l'électricité. L'entreprise achète en quelque sorte la possibilité d'utiliser de la puissance informatique sur demande. La mutualisation du matériel permettant d'optimiser les coûts par rapport aux services rendus qui seront en outre évolutifs.

Au delà du service en lui même, les avantages non négligeables du CC, résident ensuite d'une part dans la simplicité et la rapidité de mise en œuvre du service en question, et d'autre part, dans la grande flexibilité liée à l'offre sur demande que celui-ci permet. Le CC peut en effet être utilisé pour tester rapidement un prototype ou pour assurer un service informatique ponctuel sur une courte durée. Techniquement, il est possible de mettre n'importe quelle application dans un CC. Les usages principaux du CC concerneront essentiellement le management lié aux Nouvelles Technologies, la collaboration, les applications personnelles ou d'entreprise, le développement ou le déploiement des applications et enfin les capacités des serveurs et de stockage (Mascre Hégué Associés, 2009).

A la différence des solutions traditionnelles basées sur le *hardware*, le Cloud automatise hautement les tâches complexes afin de les rendre extrêmement simples permettant à des entreprises de déployer des emplacements en minutes et de faire fonctionner leur réseau répartis avec des services fournis par l'intermédiaire d'une infrastructure de nuage tout en fournissant des niveaux sans précédent de contrôle centralisé et de visibilité de réseau. Les services du Cloud sont basés sur le fait de réduire tous les frais financiers (Aerohive Networks White Paper, 2015).

Concernant les avantages relatifs aux firmes. Il existe d'une part, les coûts faibles, en effet, selon le *Cloud Networking Report 2012* par Jim Metzler, les coûts faibles ont été identifiés comme très importants pour l'intérêt des Technologies de l'Information (TI) en utilisant des services basés *SAAS*. Les raisons sont évidentes. Avec la gestion

de réseau de nuage, les firmes auraient des dépenses d'investissement inférieures par rapport au fait d'acheter tout leur propre matériel et logiciel.

De plus, le fournisseur de gestion de réseau de nuage s'occupe des mises à jour en ce qui concerne le logiciel et le matériel. La gestion de réseau de nuage est basée sur un modèle de péage et les paiements seront habituellement mensuels ou annuels. La gestion de réseau du nuage est également considérée comme une solution verte puisqu'aucun espace n'est utilisé et cela a comme conséquence des coûts de service inférieurs.

Un autre principal avantage de la gestion de réseau en nuage est le déploiement plus rapide. En effet, l'utilisation du Cloud laisse les usagers utiliser rapidement des applications neuves sans perdre le temps à installer et configurer les équipements réseau. De plus, la productivité de TI pourrait s'accroître tandis que n'importe quel coût administratif baissera. Ainsi, en utilisant la gestion de réseau du Cloud, le personnel de la solution interne de TI peut se concentrer sur d'autres tâches. La TI ne doit pas s'inquiéter de la configuration ou d'aucune mise à jour de maintenance liée au service de gestion de réseau en nuage ; ceci est entièrement pris en compte par le fournisseur de nuage. Un autre avantage lié au CC concerne la mobilité. Dès lors que les applications de gestion de réseau en nuage sont généralement basées sur le *Web*, les utilisateurs de TI peuvent accéder à leurs données associées à la gestion de réseau à tout moment et de n'importe où, utilisant n'importe quel dispositif ayant accès à Internet. Avec l'accroissement rapide de *BYOD (Bring Your Own Device)*<sup>32</sup> : porter votre propre dispositif), les utilisateurs de TI peuvent tirer profit de leurs appareils mobiles personnels pour accéder à des applications de gestion de réseau en nuage de n'importe où et à tout moment pour augmenter de ce fait leur productivité à l'extérieur ou à l'intérieur de leurs milieux de travail.

Nous pouvons également mentionner l'évolutivité instantanée. Elle concerne l'habileté d'augmenter rapidement de la capacité. C'est un avantage important avec la gestion de réseau en nuage. Au lieu de se procurer davantage de matériel réseau et/ou

---

<sup>32</sup> C'est une pratique consistant à autoriser les employés à utiliser, dans un contexte professionnel, leurs propres terminaux personnels. Les Smartphones en sont l'exemple le plus commun, mais le *Byod* peut également recouvrir les tablettes, les ordinateurs portables ou encore les clés USB (Vadellia Projets et Services, 2015).

de logiciels en interne pour leurs utilisateurs supplémentaires, qui peuvent attendre des semaines ou des mois pour être en service, les fournisseurs de gestion de réseau en nuage peuvent rapidement permettre à leurs propriétaires d'ajouter davantage d'utilisateurs immédiatement, parfois en quelques minutes. L'entreprise pourra également disposer d'un espace de stockage modifiable à la demande. De ce fait, les entreprises bénéficient d'un espace de stockage flexible et quasi infini.

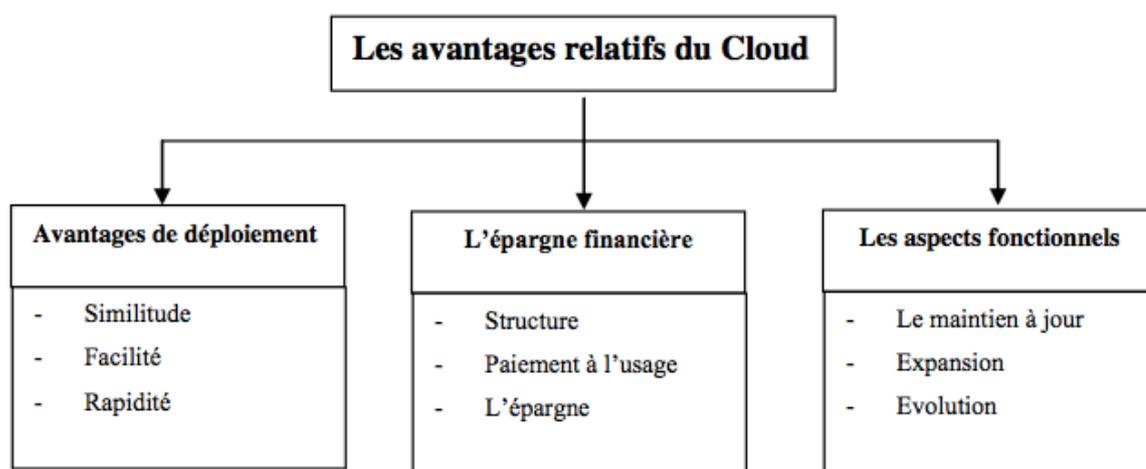
En outre, la garantie, qui est la principale crainte pour ce qui est de l'utilisation du Cloud, constitue réellement un grand avantage offert par les constructeurs de gestion de réseau en nuage. La plupart des fournisseurs ont une politique de sécurité rigoureuse pour leurs offres de gestion de réseau en nuage. Le chiffrement et l'authentification, la prévention de perte de données, la garantie matérielle des centres de traitement des données, l'application de "*firewall*" (pare-feu)<sup>33</sup>, et la protection contre des logiciels malveillants sont quelques uns des dispositifs de sécurité couramment fournis par des fournisseurs de gestion de réseau en nuage. Dans certains cas, il en va de leur intérêt à protéger les données des propriétaires et à assurer la fidélité à long terme (Aerohive Networks White paper, 2015).

Le CC fournit une panoplie de services essentiels de logiciel et de matériel (par exemple, applications, stockage, puissance de traitement, serveurs virtuels) au niveau du *Web* sur une structure par répartition des prix. Cela induit, une évolutivité de l'offre et une prévention de la nécessité de réaliser de grands placements coûteux dans les licences de *Hardware* et *Software* et des avantages de coûts significatifs offerts par les firmes (Leavitt, 2009 ; Lin et al. 2009). Le CC peut fournir à plusieurs de ces firmes l'opportunité de continuer à tirer profit des nouveaux développements dans les technologies de l'information à des coûts accessibles (Sultan, 2013). La solution pourrait être plus chère à court terme en raison des fortes demandes de connectivité qui exigent l'installation des câbles à grande vitesse chers tels que la fibre optique. Sultan (2013), explique que le retour sur investissement (*ROI: Return On Investment*) prend trois ans et pour réaliser les bénéfices économiques il faudra cinq ans (Brooks, 2010).

---

<sup>33</sup> Un pare-feu est un logiciel et/ou un matériel, qui régule les connexions entre l'intérieur et le réseau étendu à l'extérieur. Il analyse et filtre les énormes flux d'informations qui entrent et sortent du système permettant de faire respecter la politique de sécurité du réseau (Gabrielli, 2015).

Les trois dimensions principales des avantages relatifs du Cloud sont : les avantages de déploiement, l'épargne financière (la flexibilité financière et l'économie de coûts), et les aspects fonctionnels (la fonctionnalité progressive managée) (Géczy et *al.* 2012).



**Figure 17 : Trois dimensions principales des avantages relatifs du Cloud**

Le déploiement des systèmes basés sur le Cloud devient de plus en plus simple. De nombreux progrès ont été réalisés au niveau du logiciel. Ces derniers facilitent la virtualisation et l'adoption du Cloud. Les principaux avantages de la procédure de déploiement sont la similarité à l'externalisation (*outsourcing*), la facilité et la rapidité. Si les firmes et leurs gestionnaires de technologie de l'information ont l'expérience et les compétences d'approvisionnement à l'extérieur, ils sont alors en mesure de gérer les problèmes et les avantages liés aux services du Cloud. Les gestionnaires de technologie de l'information doivent choisir le modèle Cloud le plus approprié aux besoins de la firme et de ses membres. Sur le plan technique, le déploiement des services internes et externes à travers le Cloud est relativement facile. En revanche, le transfert des services existants et des données est plus complexe.

Le déploiement des systèmes et des services basés sur le Cloud est relativement rapide aussi. Il existe un certain nombre d'ensemble de mesures prêts à être utilisés et s'adaptant aux diverses nécessités des firmes et des usagers. Les solutions de matériel et de logiciel sont modulaires. La modularité améliore la rapidité et la simplicité d'intégration. De même, les fournisseurs externes de nuage ont une gamme de services à usage immédiat (Géczy et *al.* 2012). L'un des principaux avantages d'une conception modulaire a trait aux applications ayant accès aux services requis au moment adéquat, sans qu'elles soient gênées par d'autres services superflus, contrairement aux anciens serveurs d'applications qui utilisent les ressources mémoire de manière inefficace étant donné que les services sont disponibles en permanence, quels que soient les besoins (Kaufman, 2013).

Les avantages des systèmes basés sur le Cloud dans le domaine financier sont parmi les plus prononcés (Géczy et *al.* 2012). Les services de calcul de nuage ont le potentiel de diminuer les coûts et d'augmenter la flexibilité des placements de technologie de l'information dans les firmes (Géczy et *al.* 2012). Les avantages financiers importants comprennent la structure de coût, le paiement uniquement des services et des ressources utilisés, et l'épargne (Géczy et *al.* 2012). En effet, les paiements des services Cloud peuvent être segmentés sur plusieurs versements selon la convention avec le fournisseur (par exemple paiements mensuels, trimestriels ou deux fois par an). Les paiements structurés pour des services de nuage sont avantageux pour les organismes qui ne peuvent pas affecter les coûts initiaux pour les nuages privés. En utilisant des services externes de nuage, ils peuvent échelonner les coûts sur de plus longues périodes. Ceci est bénéfique également pour la planification à court terme. Ainsi les coûts peuvent être estimés précisément. De plus, les fournisseurs de nuage emploient le type de paiement utilitaire (le paiement à l'usage). Les ressources et les services sont segmentés par des fournisseurs dans des ensembles selon divers aspects ; par exemple, l'espace de stockage de données utilisées, la quantité de données traitées, ou le temps de traitement. Les usagers payent seulement les ressources et les services qu'ils ont employés. Ceci permet l'évolutivité et les évaluations du coût en ce qui concerne la quantité de ressources et de services utilisés. Autre avantage dans le domaine financier, c'est l'épargne. En effet, l'adoption des services Cloud peut permettre des réductions de coûts. Les organismes peuvent réduire les coûts et cela en diminuant le personnel de technologie de l'information, les

coûts d'infrastructures de matériel et de logiciel (*Hardware et Software*), et les coûts de maintenance et de management. Le modèle du CC permet également une meilleure utilisation des ressources TIC. Des avantages fonctionnels des services Cloud se rejoignent pour améliorer le management coordonné et centralisé. Bien que les services puissent être distribués, il y a une équipe spécifique de professionnels des TI qui les managent.

Qui plus est, les services du Cloud bénéficient de l'innovation continue des professionnels de TIC et ce, afin de fournir la fonctionnalité désirée. Les environnements du nuage comportent des architectures modulaires. Ceci permet l'expansion de la fonctionnalité en mettant en application et en déployant de nouveaux modules. Les prestataires de service de nuage peuvent répondre aux nécessités des usagers en déployant de nouveaux modules. En outre, l'innovation et l'évolution progressive des environnements du système Cloud est managée et réalisée par des professionnels de TIC. De ce fait, un des avantages du CC concerne son faible besoin en main-d'oeuvre qualifiée, qui est déjà en nombre limité en Asie du Sud-Est et dans des parties du monde similaire (Luftman et Zadeh, 2011). C'est également une configuration très favorable à l'environnement (Armbrust et *al.* 2010).

Ces nombreux avantages sont parfois contrebalancés par des inconvénients ou des limites à cette solution technologique. Nous proposons de les mettre en revue dans la prochaine section.

### **3.4.2. Les inconvénients du CC**

Le CC comporte son lot de désavantages qui empêchent ou ralentissent son adoption par les entreprises et par les ménages. Au travers du Cloud, certains spécialistes affirment que c'est une mise en péril des données qui est en question. Il est également question de droit de propriété sur les informations mises en ligne. Mais cette question est un problème qui concerne avant tout les entreprises. Cette question relève du cadre légal et concerne les données transférées dans le Cloud. En général elles ne sont pas forcément présentes sur le territoire national, et sont donc soumises au droit d'un pays tiers. Les clients n'ont par conséquent aucun accès, ni à la localisation des données, ni aux données elles-mêmes, physiquement parlant. D'autre part, il existe des incertitudes qui poussent à être méfiant vis à vis du CC. Les principaux sujets

d'inquiétude concernent le stockage des données, leur présence dans des espaces compartimentés ou uniques, la fréquence des opérations de maintenance du prestataire, voire même la sécurité des locaux. Ces asymétries informationnelles constituent une forte réticence quant à son adoption.

Le piratage lui aussi est perçu comme une crainte et a contribué à freiner l'adoption du CC. Avec le CC l'achat de logiciels et les mises à jour ne se font plus selon la méthode traditionnelle. En effet, soit l'entreprise possède sa propre infrastructure Cloud et dans ce cas de figure le problème ne se pose plus, soit elle loue l'infrastructure chez un fournisseur de nuage et dans ce cas c'est ce dernier qui s'occupe de la mise à jour et de la maintenance suivant l'usage. Reste par la suite le problème de la subtilisation de données importantes pour les entreprises (à titre d'exemple, le vol de données de Sony Pictures le 25 novembre 2014) (Richard, 2015), ou bien de la mise hors service de plateformes (piratage d'un compte Facebook d'une entreprise par exemple) qui sont des événements pouvant inquiéter les utilisateurs potentiels.

Par ailleurs, en termes de structure et de business model, le CC reste imparfait. Des limites techniques se posent encore. D'une part, sur les supports de connexion à l'Internet et à l'utilisateur de la bande passante, où l'évolution croissante de l'utilisateur fait courir un risque. Ainsi que la capacité des structures existantes, avec l'exemple de la coupure massive de l'Internet pour plusieurs fournisseurs dûe à des routeurs devenus obsolètes pour les volumes de connections gérées. Ce risque de coupure est difficilement supportable par une entreprise dont l'activité dépend d'outils mis en ligne (comme les banques par exemples).

D'autre part, sur les performances des plateformes qui peuvent être insuffisantes, le tout conduisant à une complexification de la gestion qui engendre un coût de transition vers un autre hébergeur relativement important. Le Cloud ne répond donc pas encore aux contraintes technologiques à même de permettre sa diffusion totale comme nouveau mode d'organisation dans la société. Ceci pour dire que ces inconvénients constituent un obstacle à l'adoption du CC de la part de certaines firmes.

Enfin, d'un point de vue social, le CC pourrait s'avérer un vecteur de fractures numériques. Les employés doivent disposer de compétences de technologie de

l'information (compétences numériques). L'accès à ces nouveaux services dépend fortement d'un capital humain. Le CC pourrait donc contribuer aux disparités sociales qui se feraient au travers de cette maîtrise du Cloud et cela peut conduire à des résistances dans l'adoption de la technologie par les classes populaires.

En premier lieu, sur le plan *sécuritaire* la crainte s'atténue par les fournisseurs de gestion de réseau du Cloud précisant les garanties matérielles de leurs centres de traitement de données. Les fournisseurs de gestion du Cloud doivent également assurer à leur propriétaire de technologie de l'information qu'ils auront accès aux données et pourront apporter des modifications à ces dernières. Une autre préoccupation principale des gestionnaires de technologie de l'information est la mise à jour du *secret* de leurs données dans le Cloud. Les départements de technologie de l'information ont besoin d'être rassurés quant au fait que leurs données ne soient pas surveillées intérieurement par le fournisseur de nuage ou aucune autre personne externe. A titre d'exemple, si l'utilisateur souhaite ouvrir une session de n'importe quel emplacement pour accéder à ses données et ses applications, il est possible que son secret soit compromis. Cependant, les fournisseurs de Cloud utilisent des techniques d'authentification et des méthodes de chiffrement global pour protéger le secret de l'utilisateur en question.

La disponibilité est également importante pour la gestion de réseau du Cloud car un fournisseur qui fournit des services de technologie de l'information doit s'assurer que les affaires de la firme utilisatrice du Cloud ne peuvent être interrompues sous aucun prétexte. Les utilisateurs de technologie de l'information recherchent une certaine forme de garantie de la part des fournisseurs concernant l'accès et la disponibilité des services.

Les fournisseurs doivent clairement indiquer leur politique de travail et être transparents. En outre, il y a la faible performance des applications. En effet, dans une entreprise des disparités entre salariés (travailleurs) peuvent émerger impactant leurs productivités. A titre d'exemple, quand un utilisateur utilise une application Cloud, le fournisseur du Cloud se doit de surveiller de manière continue l'usage pour s'assurer que n'importe quelle application consultée par leurs utilisateurs est fournie en quelques secondes et de manière réactive. Il doit également y avoir une certaine conformité. En effet, les fournisseurs de Cloud doivent être transparents en partageant avec leurs

clients leur manière de procéder et les méthodes de chiffrement employées. En d'autres termes, être capable de produire des rapports d'audit ou indiquer les emplacements de leurs centres de traitement de données.

Il est également nécessaire d'assurer une certaine *continuité*. En effet, les usagers des technologies de l'information doivent récupérer leurs données du Cloud rapidement en cas de catastrophe naturelle ou humaine. Cette crainte peut être atténuée réellement en utilisant la gestion de réseau du Cloud et avoir effectivement des moyens efficaces de sauvegarder les données. Par conséquent faire appel à un fournisseur de gestion de réseau de Cloud serait plus rentable au niveau du coût. En effet, le fournisseur de Cloud s'engage à protéger les données. Pour les usagers *l'emplacement* des fournisseurs est important, dans le sens, où ils aimeraient que les fournisseurs de Cloud demeurent dans leur région plutôt qu'être installés aux Etats-Unis ou ailleurs. La plupart des fournisseurs comprennent cette préoccupation et ont localisé des *Data Centers* dans d'autres régions du monde (autre que dans l'Amérique du Nord).

Aujourd'hui les banques mettent en place des mesures de sécurité strictes assurant la disponibilité de leurs services et mettent en confiance leurs propriétaires concernant l'information de leur compte qui est toujours sauvegardée en cas de perturbations. Les fournisseurs de Cloud suivent des procédures similaires pour conforter leurs usagers de technologie de l'information quant à leurs offres de services (Aerohive Networks White Paper, 2015).

Les résultats de deux enquêtes récentes sur le sujet confirment nos développements. La première concerne un questionnaire que nous avons élaboré en 2014 concernant l'adoption et l'usage du CC de la part des entreprises Tunisiennes. Elle concerne 350 entreprises en Tunisie. La seconde concerne une enquête internationale sur l'utilisation du CC dans le monde associatif. C'est un sondage réalisé en 2012 couvrant 10500 organisations à but non lucratif, caritatives et ONG, réparties dans 88 pays sur les obstacles et motivation que comporte le CC (The Cloud TechSoup Global, 2012).

Les deux enquêtes ont montré que le manque de connaissances est le principal obstacle à l'adoption du CC. Ce manque de connaissances est considéré par 60 % des organisations interrogées comme un obstacle majeur, et comme un obstacle mineur par 26 % d'entre elles. Le manque de connaissances a été signalé comme un obstacle,

quelque soit la situation géographique et la taille de l'organisation. Cet obstacle est dû à une formation inadaptée, à la direction qui ne soutient pas le Cloud et n'a pas l'assise financière nécessaire.

Les problèmes liés aux coûts représentent le second obstacle, et sont signalés par 49 % des personnes interrogées comme un obstacle majeur. Cela concerne les coûts mensuels, d'installation, de migration et de l'Internet. Ces coûts seront détaillés dans la section qui est consacrée à l'analyse coûts-bénéfices.

Le troisième obstacle est relatif à la sécurité des données. En effet, 45% des personnes interrogées s'inquiètent par rapport à la sécurité des données et craignent surtout la perte des données.

Le quatrième obstacle concerne le manque de confiance. En effet, 44% des personnes interrogées estiment que le Cloud n'est pas encore assez fiable et qu'il existe des problèmes d'intégration. C'est donc un manque de confiance généralisé.

Le cinquième obstacle, a trait à un manque de contrôle sur l'externalisation, en effet, il existe des problèmes liés aux devises étrangères, le réseau électrique est instable, pas de connexion Internet fiable et des réglementations gouvernementales sur le stockage des données à l'étranger. Ces personnes interrogées (34%) dans les pays dont le PIB (Produit Intérieur Brut) par habitant est le plus faible considèrent ces freins comme se situant à de plus hauts niveaux que dans les pays où le PIB par habitant est le plus élevé. 17% n'éprouvent pas le besoin d'adopter le CC (selon les chiffres du sondage réalisé en 2012).

Dans la section précédente nous avons défini le CC, présenté ses caractéristiques, ses avantages et ses inconvénients. Cette présentation de la technologie va servir de base pour les prochains chapitres car elle nous permet de bien comprendre et d'analyser le concept. Dans la section suivante, nous allons procéder à une analyse *SWOT*<sup>34</sup> du CC ainsi qu'une analyse par les parties prenantes.

---

<sup>34</sup> Acronyme anglophone de *Strengths, Weaknesses, Opportunités et Threats*, permet d'obtenir une vision synthétique d'une situation en présentant les Forces et les Faiblesses de l'entreprise ainsi que les Opportunités et les Menaces potentielles (en français, on parle d'analyse **FFOM**).

## 3.5. Une analyse *SWOT* et une analyse par les parties prenantes

### 3.5.1. L'analyse *SWOT* du CC

Les forces du CC résident dans le fait qu'il comporte de nombreux avantages. L'un des plus importants est celui ayant trait à la réduction des coûts. Le CC permet des coûts d'infrastructures réduits, des mises à niveaux et des coûts de maintenance infimes ainsi que des économies d'énergie. Une des composantes des coûts de maintenance est le management de la technologie qui est potentiellement rendu beaucoup plus simple en employant un service de CC. Les services de CC permettent à un organisme de contrôler quand, où et comment les employés ont accès aux systèmes informatiques de l'organisme, le tout managé au niveau d'une interface simple basée sur le *web*.

Au final, nous pouvons affirmer qu'avec ces avantages le CC est entrain de bouleverser la consommation d'un *input*, essentiel dans le processus de production des entreprises à l'échelle mondiale : l'informatique. En le rendant moins cher, l'intensité de son usage augmenterait et cela contribuerait d'une manière ou d'une autre à une baisse des coûts de production des marchandises et des services. D'où l'amélioration du bien-être des consommateurs à travers le monde.

Les faiblesses résident dans le fait que jusqu'ici les fournisseurs de CC n'ont pas su garantir l'emplacement de l'information de l'entreprise sur l'ensemble des serveurs dans un endroit spécifique. Les prestataires du CC adoptent rapidement des mesures afin de traiter le problème de localisation des données. Par exemple, les Services Web d'Amazon (*AWS : Amazon Web Services*) ont récemment annoncé leur nuage privé virtuel qui permet de connecter l'infrastructure existante d'Amazon à un ensemble de ressources par l'intermédiaire d'une connexion *VPN*<sup>35</sup>. Les grands organismes seront également méfiants quant au fait de confier des applications à un paradigme de CC où les fournisseurs ne peuvent pas garantir la haute qualité de service et la disponibilité

---

<sup>35</sup> *Virtual Private Network* (en anglais), dans les réseaux informatiques et les télécommunications, le réseau privé virtuel (abrégé en *VPN*) est vu comme une extension de réseaux locaux et préserve la sécurité logique que nous pouvons avoir à l'intérieur d'un réseau local. Il correspond en fait à une interconnexion de réseaux locaux *via* une technique de « tunnel ». Nous parlons de *VPN* lorsqu'un organisme interconnecte ses sites *via* une infrastructure partagée avec d'autres organismes.

exigées dans de tels environnements.

Au final, seule une bonne compréhension de la protection des données personnelles des utilisateurs par ces nouveaux services de CC permettra d'assurer la confiance et de garantir la pérennité des usages. Cette compréhension efficace implique non seulement de repenser la législation, mais aussi de diversifier les modes de régulation.

En outre, une des opportunités importantes du CC est d'aider les pays en développement à tirer avantage de la technologie d'information. Tout comme les pays en développement, les petites entreprises bénéficient d'une opportunité importante avec l'avènement du CC. Le changement technologique permet aux petites entreprises d'exploiter des applications très poussées comme des logiciels de pointe ou le business analytique qui étaient jusqu'ici indisponibles (inaccessibles pour eux). Se déplacer au nuage permettra à des organismes de réduire leurs infrastructures de technologie de l'information et de transporter des services informatiques.

Au final, le CC est à la fois créateur d'opportunités et de problématiques (Dlodlo, 2011). Dans la littérature, la nature décentralisée du Cloud (Iyer et Henderson, 2010 ; Fouquet et Carle, 2009), qui doit être replacée dans un contexte d'externalisation (Lacity et Willcocks, 2013 ; Rivard et Aubert, 2007 ; Fimbel, 2003), propose des ressources informatiques qui donnent une illusion de possibilités infinies (Armbrust *et al.* 2009 ; Mikkilineni et Sarathy, 2009). Les serveurs et disques durs ne sont pas localisés là où les utilisateurs vont les utiliser, et sont facturés (par un fournisseur ou la Direction des SI – DSI) à l'utilisation (Vaquero *et al.* 2008). Enfin le CC se caractérise par l'importante évolutivité des solutions proposées (Katzan, 2010).

En ce qui concerne les menaces, le plus grand facteur qui pourrait entraver l'adoption du CC est la réglementation au niveau local, national et international. La réglementation peut s'échelonner de la confidentialité des données et l'accès à ces dernières aux exigences d'audit et aux conditions de localisation (emplacement) de ces données. Par exemple, beaucoup de pays exigent des fournisseurs de *SAAS*, de maintenir les données client et les matériaux copyright dans les frontières nationales<sup>36</sup>.

---

<sup>36</sup> Les professionnels d'entreprises ont fusionné pour former plusieurs fuselages comme la Fondation Web Ouvert (*The Open Web Foundation*) formée en 2008, qui introduisent le développement et la

Il y a aujourd'hui neuf principales menaces de sécurité qui pèsent sur le Cloud selon le *Cloud Security Alliance*. En effet, le *Cloud Security Alliance* a publié dans son édition 2013 de son rapport annuel évaluant les risques et l'importance des principales menaces qui pèsent sur le Cloud<sup>37</sup>. Pour les identifier et les hiérarchiser, le *Cloud Security Alliance* a consulté un panel représentatif de spécialistes de sécurité. Les 9 menaces suivantes ont été identifiées :

*La Violation des données* : Des données sensibles peuvent tomber dans les mains des concurrents.

*Les Pertes de données* : La perte de données est une crainte permanente, tant pour les entreprises que pour les particuliers.

*Le Détournement de compte* : Une personne mal intentionnée peut récupérer l'identité d'une autre personne. Elle aura accès à toutes ses activités, ses transactions, retourner de fausses informations et rediriger ses clients vers des sites illicites.

*L'Interface de Programmation Applicative (Application Programming Interface : API) non sécurisées* : C'est une interface de programmation, par laquelle un logiciel offre des services à d'autres logiciels tels que les systèmes d'exploitation, les systèmes de gestion de base de données, les langages de programmation ou les serveurs d'application. Donc les fournisseurs exposent un ensemble d'interfaces de programmation applicative qui permettent à leur client d'interagir facilement avec les services Cloud.

*Le Déni de service* : C'est une attaque informatique ayant pour but de rendre indisponible un service, d'empêcher les utilisateurs légitimes d'un service de l'utiliser. C'est toutes les actions ayant pour résultat la mise hors-ligne d'un serveur.

*Les utilisateurs malveillants* : Ce type de menace concerne un ancien employé, un fournisseur, un partenaire qui a un accès autorisé au réseau, aux serveurs, aux données et qui utilise cet accès en ayant une implication sur la confidentialité, l'intégrité ou la disponibilité du système d'information.

---

protection des spécifications ouvertes et non propriétaires pour des technologies web. Les fournisseurs du CC introduisent également pro activement des normes. La formation récente d'Euro Cloud en 2009 réalisé par plus de trente constructeurs de CC afin d'introduire le développement des normes dans ce dernier à travers l'Union Européenne. Celle-ci coopère avec les solutions locales au niveau national de différents pays.

<sup>37</sup> *The Notorious Nine Cloud Computing Top Threats in 2013.*

*L'Abus de service Cloud* : Un des avantages du Cloud est qu'il donne accès à des ressources informatiques considérables notamment aux petites structures. Cela donne donc une force de frappe qui peut être utilisée à des fins malveillantes. Cette menace concerne les fournisseurs de services Cloud plutôt que les utilisateurs.

*Les Mauvaises procédures* : Trop d'entreprises vont se lancer dans des projets Cloud sans en comprendre les tenants et les aboutissants. Aller vers le Cloud nécessite des méthodes, des ressources et des procédures.

*Les Problèmes liés aux technologies de partage* : Les fournisseurs garantissent que le service qu'ils proposent est évolutif grâce à la mutualisation et au partage des infrastructures, des environnements logiciels et des applications. Mais ces architectures sont complexes et doivent être conçues et mises en œuvre avec beaucoup d'attention.

Nous pouvons conclure que le CC est une technologie qui a eu un intérêt croissant dans les quatre coins du monde depuis 2009. Le CC offre des opportunités pour une firme qui sont celles d'évaluer sa pratique actuelle et restructurer son infrastructure informatique. C'est un nouveau modèle technologique plus précisément un service informatique. Les faiblesses afférentes aux problèmes non résolus avec les règlements juridiques concernant le traitement des données dans le nuage et la confiance qui est primordiale. Les inconvénients les plus importants d'un point de vue technologique sont: la dépendance à l'égard du fournisseur, la migration difficile entre les fournisseurs individuels de cloud computing, la perte de contrôle sur les données et les problèmes concernant les dommages potentiels de récupération de la part du fournisseur. Par ailleurs, les avantages importants du point de vue de l'entrepreneur sont : une meilleure accessibilité aux nouvelles applications, l'indépendance des sources internes et leur fluctuation, les rendements d'échelle et la possibilité d'utiliser des technologies mobiles pour la connexion à distance.

Cette technologie aura davantage d'importance, si elle est soutenue par les gouvernements et leurs interventions.

### 3.5.2. Une analyse par les parties prenantes

Le CC fédère de nombreux acteurs (parties prenantes). Ces dernières sont les fournisseurs qui traitent la vente, l'installation, la qualification (*licensing*), la consultation et la maintenance de la technologie concernée. Les consommateurs qui utilisent, possèdent, mettent à jour et améliorent les systèmes. Nous allons ajouter les facilitateurs (« *enablers* ») et les régulateurs ainsi que le rôle de la régulation dans le CC (Marston et al. 2011). Nous allons également ajouter trois principaux autres acteurs que sont le vérificateur (« *Auditor* »), le courtier (« *Broker* ») et le support du Cloud (« *carrier* ») (Liu et al. 2011).

Les consommateurs de « nuages » sont les principaux intervenants pour le service de CC. Un consommateur de nuage représente une personne ou une organisation (avec qui il entretient une relation d'affaires) qui utilise le service d'un fournisseur de Cloud. Un consommateur de nuage parcourt le catalogue de services d'un fournisseur de Cloud, demande le service approprié, met en place des contrats de service avec le fournisseur de Cloud, et utilise le service. Le consommateur de nuage peut être facturé pour le service fourni, et doit payer en conséquence (Liu et al. 2011).

Dans un environnement de CC, les consommateurs sont des abonnés qui achètent seulement l'utilisation du système chez les fournisseurs sur une base de dépenses de fonctionnement. L'utilisation effective du potentiel du CC réduira la pression sur les départements des technologies de l'information compte tenu du fait qu'ils dépenseront moins dans le système de mise à jour et accorderont davantage de temps dans le développement d'applications innovatrices pour l'organisation (Liu et al. 2011). Les consommateurs ont besoin de Cloud pour spécifier les exigences de performances techniques remplies par un fournisseur de Cloud. Un fournisseur de Cloud peut également lister dans les *SLA* un ensemble de promesses faites aux consommateurs et qui ne sont pas explicites, à savoir les limites et les obligations que les consommateurs de Cloud doivent accepter. Un consommateur de nuage peut librement choisir un fournisseur de Cloud avec de meilleurs prix et des conditions plus favorables. Un fournisseur de nuage peut avoir une politique prix et un *SLA* non négociables, à moins que le client attende une utilisation intensive et pourrait être en mesure de négocier de meilleurs contrats (Liu et al. 2011).

En fonction des services demandés, les activités et les scénarii d'utilisation peuvent être différents chez les consommateurs de nuage. Par exemple des services Cloud disponibles à un consommateur de Cloud comme les applications *SaaS* et rendu accessible par l'intermédiaire d'un réseau aux consommateurs de *SaaS*. Les consommateurs de *SaaS* peuvent être des organisations qui fournissent à leurs membres l'accès à des applications logicielles, des utilisateurs finaux qui utilisent directement les applications logicielles, ou des administrateurs d'applications logicielles qui configurent des applications pour les utilisateurs finaux. Les consommateurs *SaaS* peuvent être facturés en fonction du nombre d'utilisateurs finaux, le temps d'utilisation, la bande passante du réseau consommé, la quantité de données mémorisées ou la durée des données stockées.

Les consommateurs Cloud de *PaaS* peuvent utiliser les outils et les ressources d'exécutions fournis par les fournisseurs de Cloud pour développer, tester, déployer et gérer les applications hébergées dans un environnement de Cloud. Les consommateurs *PaaS* peuvent être les développeurs d'applications qui conçoivent et mettent en œuvre des logiciels d'application, les testeurs d'applications qui fonctionnent et les applications de test dans des environnements Cloud, ceux qui déploient des applications dans le Cloud, et les administrateurs d'applications qui permettent de configurer et de surveiller les performances des applications sur une plateforme. Les consommateurs de *PaaS* peuvent être facturés suivant le traitement, le stockage de base de données, les ressources du réseau consommé par l'application *PaaS*, et la durée de l'utilisation de la plateforme.

Les consommateurs de *IaaS* ont accès à des ordinateurs virtuels, stockage réseau accessible, des composants d'infrastructure de réseau, et d'autres ressources informatiques fondamentales sur lesquelles ils peuvent déployer et exécuter le logiciel arbitraire. Les consommateurs de *IaaS* peuvent être les développeurs de systèmes, les administrateurs système et les responsables de technologies de l'information qui sont intéressés par la création, l'installation, la gestion et la surveillance des services pour les opérations d'infrastructure de technologies de l'information. Les consommateurs *IaaS* sont approvisionnés avec des capacités d'accès à ces ressources informatiques, et sont facturés selon le montant ou la durée des ressources consommées, telles que le volume et la durée des données stockées, la bande passante de réseau consommé, le nombre d'adresses *IP* utilisées pour certains intervalles (Liu et al. 2011).

Un fournisseur de Cloud est une personne physique ou une organisation ; c'est l'entité responsable du service à la disposition des parties intéressées. Les fournisseurs de service du CC possèdent et font fonctionner les systèmes de CC pour fournir le service aux tiers. Les fournisseurs exécuteront la maintenance et les mises à niveau sur le système dans lequel les consommateurs étaient en charge au moment où ils ont possédé les systèmes. Autrement dit, c'est le fournisseur qui s'occupe de la maintenance et des mises à jour et non plus les consommateurs comme cela a été le cas avec la méthode traditionnelle. Ils seront également responsables de mettre à jour le logiciel utilisé sur le nuage, avec l'évaluation des services du Cloud. Les différents fournisseurs dont nous sommes témoin aujourd'hui ont développé des compétences autour des différentes composantes (logiciel, plateforme et infrastructure) qui composent le service du CC (Marston et al. 2011).

Pour le *SaaS*, le fournisseur de nuage déploie, configure, maintient et met à jour le fonctionnement des applications logicielles sur une infrastructure Cloud afin que les services soient approvisionnés à des niveaux de prestations attendus par les consommateurs de Cloud. Le fournisseur de *SaaS* assume la plupart des responsabilités dans la gestion et le contrôle des applications et de l'infrastructure, tandis que les consommateurs de nuages ont limité le contrôle administratif des applications (Liu et al. 2011).

Pour le *PaaS*, le fournisseur de Cloud gère l'infrastructure informatique pour la plateforme et utilise le logiciel de nuage qui fournit les composants de la plate-forme, tels que les logiciels d'exécution, les bases de données, et d'autres composants. Le fournisseur de *PaaS* prend également en charge le processus de développement, le déploiement et la gestion du processus de la *PaaS* des consommateurs en fournissant des outils tels que les environnements de développement intégré (*IDE : Integrated Development Environment*), la version de développement de logiciels du Cloud, des kits de développement du logiciel (*SDKs : Software Development Kits*) et le déploiement et les outils de gestion.

Le fournisseur de l'*IaaS* acquiert les ressources informatiques physiques sous-jacentes du service, y compris les serveurs, les réseaux, le stockage et l'infrastructure d'hébergement. Le fournisseur de Cloud utilise le logiciel de CC nécessaire pour rendre les ressources disponibles aux consommateurs Cloud d'*IaaS* à travers un

ensemble d'interfaces de services et de ressources informatiques, tels que les machines virtuelles et les interfaces réseau virtuelles. Le consommateur Cloud d'*IaaS* utilise à son tour ces ressources informatiques, comme un ordinateur virtuel, pour ses besoins informatiques fondamentaux. Comparé aux consommateurs Cloud de *SaaS* et de *PaaS*, un consommateur Cloud d'*IaaS* a accès à des formes plus fondamentales de ressources informatiques et a donc plus de contrôle sur plusieurs composants logiciels dans une pile d'applications, y compris le système d'exploitation et de réseau. Le fournisseur Cloud d'*IaaS* a par ailleurs le contrôle sur le matériel et logiciel de nuage physique qui rend la fourniture de ces services d'infrastructure possible, par exemple, les serveurs physiques, les équipements de réseau et les périphériques de stockage (Liu et al. 2011).

Les « facilitateurs » (*Enablers*) sont des organisations (des firmes) qui vont vendre les produits et les services qui facilitent la distribution, l'adoption et l'utilisation du CC. Les « facilitateurs » comprendront également les entreprises de logiciels spécialisées qui fourniront le logiciel de surveillance et le logiciel de transfert de plateforme. Ces « facilitateurs » jouent un rôle majeur dans l'environnement du CC puisque certains fournisseurs manquent de compétence et d'interaction avec les consommateurs, (Marston et al. 2011).

Un auditeur de nuage (*Cloud Auditor*) est une personne qui peut effectuer un examen indépendant des contrôles de services Cloud avec l'intention d'exprimer une opinion sur celui-ci. Les audits sont effectués pour vérifier la conformité aux normes par l'examen des preuves objectives. Un auditeur de nuage peut évaluer les services fournis par un fournisseur de Cloud en termes de contrôle de sécurité, l'impact de la vie privée ainsi que la performance. L'audit est particulièrement important pour les organismes fédéraux sachant que les « organismes incluent une clause contractuelle permettant à des tiers d'évaluer les contrôles de sécurité des fournisseurs de Cloud » (Kundra, 2011). Les contrôles de sécurité relèvent de la gestion, l'exploitation et les garanties techniques ou des contre-mesures utilisées dans un système d'information organisationnelle pour protéger la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité du système et de ses informations. Pour l'audit de sécurité, un vérificateur de nuage peut faire une évaluation des contrôles de sécurité dans le système d'information afin de déterminer la mesure dans laquelle les contrôles sont mis en œuvre correctement, fonctionnent comme prévu, et produisent le résultat souhaité par rapport aux

exigences de sécurité pour le système. L'audit de sécurité inclut également la vérification de la conformité avec la réglementation et la politique de sécurité.

Par exemple, un auditeur peut être chargé de veiller à ce que les politiques appropriées soient appliquées à la conservation des données selon des règles pertinentes pour la Juridiction. L'auditeur peut assurer que le contenu fixe n'a pas été modifié et que les exigences d'archives juridiques et de données de l'entreprise ont été satisfaites. Un audit des aspects qui impactent la vie privée peut aider les autorités de contrôle au respect des lois et des règles de confidentialité applicables régissant la vie privée d'un individu, et assurant la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité d'une information personnelle d'un individu à chaque étape du développement et de l'exploitation.

Comme le CC évolue, l'intégration des services peut être trop complexe à gérer pour les consommateurs de nuages. Un consommateur de Cloud peut demander des services Cloud à partir d'un courtier en nuage, au lieu de communiquer directement avec un fournisseur de Cloud. Un courtier en nuage (*Cloud Broker*) est une entité qui gère l'utilisation, la performance et la prestation des services de CC et négocie les relations entre les fournisseurs de Cloud et les consommateurs de nuages (Liu et al. 2011).

En général, un courtier en nuage peut fournir des services dans trois types de catégories (Gartner, 2009).

Les services d'intermédiation : un courtier en nuage améliore un service donné en améliorant une certaine capacité spécifique et fournit des services à valeur ajoutée aux consommateurs de Cloud. L'amélioration peut concerner la gestion de l'accès aux services Cloud, les rapports de performance et une sécurité accrue.

L'agrégation de service : Un courtier en Cloud combine et intègre plusieurs services en un ou plusieurs nouveaux services. Le courtier fournit l'intégration des données et assure le transfert de données sécurisées entre le consommateur de nuages et les multiples fournisseurs de Cloud.

L'arbitrage de service : l'arbitrage de service est similaire à l'agrégation de services, toutefois les services agrégés ne sont pas fixes. L'arbitrage de services signifie qu'un courtier a la possibilité de choisir les services de plusieurs agences. Le courtier en

nuage, par exemple, peut utiliser un service pour mesurer et sélectionner une agence avec le meilleur score.

Un transporteur de Cloud (*Cloud Carrier*) agit comme un intermédiaire qui fournit la connectivité et le transport des services de Cloud entre les consommateurs de nuages et les fournisseurs de Cloud. Les transporteurs de Cloud fournissent l'accès aux consommateurs par le biais des dispositifs réseau, de télécommunications et d'autres dispositifs d'accès. Par exemple, les consommateurs de Cloud peuvent obtenir des services en nuage à travers des dispositifs d'accès au réseau, tels que les ordinateurs, les ordinateurs portables et les téléphones mobiles. La distribution des services de CC est normalement fournie par le réseau et les opérateurs de télécommunications ou par un agent de transport (NIST, 2010). Un agent de transport fait référence à une organisation de l'entreprise qui fournit le transport physique des supports de stockage tels que les disques durs de grande capacité. Un fournisseur de Cloud va mettre en place des conventions de service avec un support de Cloud pour fournir des services cohérents avec le niveau des *SLA* offerts aux consommateurs de nuages et peut exiger du transporteur de nuages de fournir des connexions dédiées et sécurisées entre les consommateurs de nuages et les fournisseurs de Cloud.

Toutes les parties prenantes représentent différentes pièces de la chaîne de valeur du CC. En revanche, le rôle du régulateur est fondamental pour le bon fonctionnement de l'ensemble. Il s'infiltré dans toutes les parties prenantes afin d'assurer la bonne entente entre les acteurs. Mais la question que nous nous posons est de savoir de quelle manière la régulation agit dans le cadre du développement du CC ?

En effet, l'Internet devient l'épine dorsale pour la transmission de tous les types de contenus numériques, les gouvernements auront de plus en plus le rôle d'un arbitre dans les débats qui impliquent l'Internet et son utilisation. L'avènement du CC représente une telle situation que le succès de ce paradigme informatique dépendra dans une large mesure de la façon dont les organismes de réglementation nationaux et internationaux vont concevoir les lois pour réglementer. Les pays en développement peuvent éventuellement avoir un avantage. En effet, dans de nombreux cas, ils n'auraient pas à faire face à une infrastructure informatique existante. Les consommateurs et les entreprises d'aujourd'hui sont non seulement propriétaires de leurs données, mais ils contrôlent également l'emplacement physique de ces données.

La nature distribuée du CC modifie de nombreuses notions de résidence et de propriété des données et des informations (Marston et *al.* 2011).

Lors de la conversion vers le CC, les entreprises vont essentiellement remettre leurs données à des fournisseurs de services tiers, qui stockent et traitent ces données dans le nuage (Horrigan, 2008) et dont l'emplacement physique pourrait être partout dans le monde. Cela pourrait être un problème, si certaines données privées sont stockées dans un pays autre que celui du consommateur, alors les lois de confidentialité de quel pays seront suivies par l'organisation mère du nuage ?

Des questions telles que celles-ci rendent nécessaire un rôle actif et informé des organismes de réglementation nationaux et internationaux. Des progrès ont déjà été réalisés dans ce domaine grâce à l'élaboration de lois « Sphère de sécurité Union-Européenne-Etats-Unis » (*US-UE Safe Harbor*). A présent, les fournisseurs comme *Amazon Web Services* s'assurent qu'ils sont conformes aux lois locales par le biais de l'infrastructure locale et permettent à leurs clients de choisir leurs «zones de disponibilité" (Marston et *al.* 2011).

Contrairement aux services traditionnels de l'Internet, les clauses du contrat type peuvent mériter un examen supplémentaire en raison de la nature du CC. Les parties qui ont un contrat devraient accorder une attention particulière à leurs droits et obligations liés aux notifications de violation de la sécurité, des transferts de données, de la création d'œuvres dérivées, du changement de contrôle, et de l'accès aux données par les organismes d'application de la loi. Le Cloud peut être utilisé pour externaliser l'infrastructure interne et l'interruption de cette infrastructure peut avoir divers effets. C'est une question qui surgit dans chaque nouveau contrat qui est établi entre une organisation et un fournisseur de Cloud. Donc un ensemble cohérent de lignes directrices au niveau national sera très utile (par exemple, en obligeant des fournisseurs de Cloud d'informer les clients des atteintes à la sécurité des données ou la formulation des exonérations de responsabilité pour les fournisseurs de Cloud concernant les différentes catégories de violations de la sécurité). Beaucoup d'autres questions se poseront dans le futur car l'information privée peut être stockée dans un pays qui est différent de celui du propriétaire de cette information. A titre d'exemple, nous pouvons supprimer des preuves électroniques à partir d'une cour de justice dans un pays simplement parce que les informations peuvent être stockées dans un autre

pays et que les deux pays ne disposent pas d'un traité établi "d'échange d'informations" (Marston et *al.* 2011).

Une question se pose. Que faire si le droit d'auteur dans le pays où les données sont stockées physiquement permet la copie légale de fichiers multimédia ?

En Chine, le projet Bouclier d'or de la Chine (*Golden Shield Project of China*) ne permet pas l'accès à certains types de contenu, et donc les consommateurs et les organisations privées pourraient ne pas être en mesure d'accéder à certaines informations nécessaires (qu'ils ont légalement acquises). Comment un fournisseur de CC qui se trouve dans un pays donné assurera la disponibilité de l'information dans les différents pays ?

En Europe, une entreprise qui est entrain de transférer ses activités informatiques dans le Cloud peut risquer d'aller à l'encontre des lois de différents pays en matière de protection des données, notamment l'Union Européenne. En effet, l'UE a sans doute les lois de protection des données les plus strictes. En effet, le principe central du CC concerne le fait que les données pourraient résider dans un lieu que l'organisation peut ignorer en conflit avec les exigences de l'UE selon lesquelles, une entreprise sait où sont stockées ses propres données et en tout temps. Les gouvernements doivent donc être proactifs dans le traitement du CC. Ils doivent clarifier leurs positions individuelles concernant les données, la résidence, la vie privée et les questions liées à cela.

Certains auteurs comme Marston et *al.* (2011) recommandent qu'un organisme de réglementation internationale soit formé le plus tôt possible avec le double rôle de traiter les questions transfrontalières et la consultation des gouvernements individuels dans la formulation de leurs propres lois liées au Cloud. Le besoin pressant est d'atténuer les problèmes d'aléa moral. En effet, les entreprises ou les consommateurs privés ne devraient pas être en mesure de participer à l'élaboration de lois indulgentes à l'égard de leurs données à leur convenance. La formation de EuroCloud est donc une évolution très positive, car elle indique que les fournisseurs de CC travaillent activement avec l'UE et les gouvernements individuels au sein de l'UE de façon à éliminer les obstacles potentiels futurs (Marston et *al.* 2011).

Aux États-Unis, le gouvernement peut vérifier la communication ou les données dans les nuages, comme il le fait sur les marchés financiers, notamment avec la réglementation *Sarbanes-Oxley* aux États-Unis.

Le CC aura besoin d'un ensemble analogue de réglementations qui définit clairement les responsabilités d'une organisation par rapport à ses données. Toutefois, cette réglementation devra également être sensible en ce qui concerne les lois sur la vie privée. Le CC soulève de nouvelles questions de confidentialité qui exigent des normes claires pour les dépositaires de cette information qui reçoivent des demandes du gouvernement pour l'accès à cette information. Les défenseurs de la confidentialité ont soutenu que les normes fédérales américaines pour accéder à des données stockées dans des applications de CC (par exemple, des photos, des calendriers, des carnets d'adresses et d'autres informations personnelles ou professionnelles) doivent être réévaluées et modifiées pour réduire leurs risques de nuire à la vie privée (Baish et al. 2008).

Un autre problème posé par le CC a trait à un impact au niveau de la réglementation définitive en matière de criminalité dans le CC. Actuellement, si un serveur ou un bureau est utilisé pour effectuer toute action illégale, les autorités peuvent saisir le matériel pour examen. Cependant, dans un système de CC tous les serveurs et bureaux sont virtualisés, peuvent être utilisés et arrêtés au besoin. Il n'y a actuellement aucune réglementation en place pour déterminer la façon de garder une trace de l'utilisation du système de nuages (en d'autres termes le suivi et la traçabilité des incidents). Il y a des différences internationales dans les règlements pertinents, y compris la protection des données et de la vie privée qui doivent être mis en évidence afin d'éviter des scénarii dans lesquels une personne ou une organisation tire profit des différences au niveau des réglementations entre pays (Marston et al. 2011).

Avec potentiellement de grandes quantités d'informations sensibles, privées et critiques hébergées dans des endroits physiques, les gouvernements (ainsi que les agences inter-gouvernementales pour la coordination entre les gouvernements) doivent veiller à ce que ces sites soient physiquement sécurisés contre les attaques terroristes. Parmi les dernières initiatives du gouvernement américain pour lutter contre le cyber-terrorisme a été décidé d'inclure à l'avenir le mandat d'élaborer des

directives industrielles pour la sécurisation des centres de données Cloud (Sanger et Markoff, 2009).

En conclusion de cette partie nous rappelons la nécessité de prendre en compte dans une analyse du CC la totalité des parties prenantes et non pas comme le font souvent certaines analyses de ne tenir compte que des préoccupations des fournisseurs. En effet, les fournisseurs jouent un rôle important dans le sens où ce sont ces derniers qui vont faire évoluer le CC en développant de nouvelles normes. Ils feront en sorte de protéger le consommateur et/ou le client et développeront des normes solides. Les fournisseurs pensent essentiellement aux consommateurs finaux. Ils donnent également beaucoup d'importance aux stratégies de transfert pour des applications existantes. Deux approches sont alors possibles. La première et la plus difficile, serait de développer une stratégie globale de transfert pour toutes les applications existantes. La deuxième est une approche plus pragmatique, qui serait de développer la stratégie que Marston et *al.* (2011) ont appelée « diviser et conquérir » par laquelle des propriétaires potentiels peuvent être attirés par le fait d'essayer certaines des caractéristiques originales de l'application « *Cloud-based* » avec l'espoir que la familiarité croissante pourrait mener à un degré plus grand d'acceptation à l'avenir.

En outre, les pays en développement n'ayant pas développé encore des infrastructures de qualité en matière de TIC seraient les principaux candidats pour migrer vers des systèmes informatiques en nuage. De tels clients seraient plus réceptifs au CC mais le fait d'entretenir ces derniers permettrait crucialement aux fournisseurs d'acquérir de l'expérience et de les aider à développer leur crédibilité en tentant les plus grandes entreprises. L'orientation à court terme devrait se situer en développant une base de clients plutôt que de viser la rentabilité. Le succès que peut avoir le CC serait à même d'aider à diminuer les craintes quant à la protection des données et de la disponibilité. Dès lors que la garantie est une préoccupation prioritaire pour beaucoup d'utilisateurs de nuage, un certain nombre d'entre eux effectueront des choix d'achat sur cette base. Dans un marché étroit la différenciation jouera pleinement et les fournisseurs de nuage amélioreront leurs pratiques en matière de garantie afin de capter des franges de la population.

En outre, les fournisseurs de nuage devraient continuer à dépenser leurs ressources dans le développement des normes qui introduisent l'interopérabilité dans le service

du nuage. Les interactions avec différents administrateurs d'entreprises amènent à croire que sans un cadre qui permet le mouvement transparent des caractéristiques entre les organisations et avec différents fournisseurs, la réussite du nuage pourrait être limitée (Marston et *al.* 2011).

En conclusion, nous estimons qu'en phase d'apprentissage, les fournisseurs du CC devraient partager les meilleures pratiques de fonctionnement ouvertement. Ces pratiques aideront à développer de meilleurs produits et à introduire des prix inférieurs menant à une acceptabilité et à un accroissement plus grand du marché pour l'industrie dans son ensemble.

L'introduction du CC provoquera potentiellement un grand changement dans la structure de la technologie de l'information ayant pour résultat des solutions intra-organisationnelles qui devraient être abordées. L'effet du CC sur la culture d'entreprise jouera un rôle majeur dans son succès ou échec éventuel. Nous pouvons affirmer que les fournisseurs de technologie auront besoin de compétences qui aideront à identifier leur partenaire pour servir d'intermédiaires à leurs technologies.

### **3.6. Conclusion (vers une éthique dans le CC)**

L'objet de ce chapitre a consisté à mettre en revue les principaux acteurs, les avantages et les inconvénients du CC. Notre attention a été portée sur les problèmes à résoudre en vue d'une large diffusion d'une innovation à fort potentiel. De notre point de vue, l'éthique et le marketing jouent et joueront fortement dans la décision d'adoption.

En effet, avec l'augmentation des services du CC les enjeux éthiques prennent le dessus. Ces enjeux comprennent le secret (privé), la sécurité, l'anonymat, la responsabilité, la fiabilité et la surveillance des gouvernements (Jaeger et *al.* 2008). Le CC permet un système de stockage électronique de la part d'une tierce personne d'où le risque éthique au niveau des informations confidentielles dans un environnement virtuel.

Les entreprises et les fournisseurs de service professionnels sont contraints de prendre des mesures importantes pour sauvegarder les données informatisées de leurs usagers.

Mettre l'information dans les mains d'un fournisseur de CC signifie une perte de contrôle pour des affaires qui pourraient mener à des enjeux éthiques potentiels (Kim et Park, 2012). En raison de la complexité de la technologie du CC, les entreprises doivent être prudentes et surveiller le propriétaire de leurs informations (Batchelor et *al.* 2012). En outre, le CC permet à de tierces personnes d'accéder à leurs données à travers l'Internet par le transfert électronique d'information à partir de n'importe quel emplacement certes mais ceci comporte un enjeu éthique dans le cas où le matériel est utilisé illégalement. Les enjeux éthiques soulevés par les innovations technologiques sont une préoccupation importante pour les agents économiques (Altschuller et Benbunan-Fich, 2009).

Le CC conditionne une génération entière d'innovations greffées sur ces services comme le m-commerce<sup>38</sup>. En effet, le e-commerce<sup>39</sup> est devenu populaire avec les consommateurs. La connaissance obtenue à son sujet a été influencée par le groupe social de chacun d'entre nous. La diffusion de la connaissance en ce qui concerne cette nouvelle technologie dépend du capital social et des réseaux sociaux. Dès lors une forme d'apprentissage social prend place à travers le réseau social d'une personne qui peut inclure sa famille, ses amis et ses collègues de travail (LaRose et Eastin, 2004).

Selon Ratten (2012) l'orientation éthique d'une personne et le marketing influencent l'intention d'une personne à adopter le CC. Des facteurs environnementaux internes telle que l'orientation éthique et des facteurs environnementaux externes tel que le marketing affectent l'intention d'une personne à adopter le CC. En effet, avec le CC on a accès à un grand nombre d'informations confidentielles, la décision prise par une personne pour employer des données à partir d'ordinateurs de Cloud est un enjeu éthique. Plus les personnes sont influencées par le comportement moral (éthique) de l'Internet, plus elles sont susceptibles d'utiliser les innovations technologiques qui comportent une prise de décision morale (éthique).

Pour les dirigeants d'entreprises, l'environnement éthique doit être aussi important que l'innovation. Les procédures éthiques devraient être intégrées dans les firmes. Les

---

<sup>38</sup> Selon Ratten (2012), le m-commerce est défini comme utilisation des appareils mobiles sans fil pour des buts commerciaux et a permis au CC d'être employé comme alternative aux transactions face à face.

<sup>39</sup> Selon Harris et *al.* (2005), le e-commerce est défini comme n'importe quelle transaction commerciale menée électroniquement.

firmer doivent également intégrer des mécanismes de contrôle pour évaluer la conformité et les valeurs du CC. De plus des directives strictes en ce qui concerne le comportement immoral doivent être données aux gens comme le téléchargement illégal qui ne sera pas toléré ainsi que toutes les transgressions.

A la suite de cette présentation approfondie du CC, de ses acteurs, de ses avantages et inconvénients, nous proposons d'étudier dans le chapitre suivant, les déterminants de l'adoption de cette technologie.

## Chapitre 4

### La dynamique d'adoption du CC par les agents économiques

#### 4.1. Introduction

Ce chapitre porte sur l'analyse économique de l'adoption des TIC, et plus particulièrement sur l'adoption du CC par les agents économiques. A l'instar des autres TIC, le CC poursuit des sentiers de diffusion communs à toutes les innovations. Cependant son caractère paradigmatique, provoquant des changements de grande ampleur, pourrait inciter à l'introduction de mécanismes d'adoption quelque peu différents. Aucune technologie ne présente de garantie sur son adoption et ce, quelque soit son utilité intrinsèque. Les agents économiques tiennent compte de plusieurs paramètres dans leur décision d'adoption. Elles sont d'ordre économiques, sociales, éthiques voire psychologiques.

Depuis les travaux de Joseph Schumpeter en 1934, l'innovation est considérée comme le facteur central du développement économique et de la compétitivité des entreprises (Schumpeter, 1934 ; Tidd et *al.* 2005 ; Hall et Wagner, 2011). Toutefois, la signification du terme innovation varie sensiblement d'une organisation à une autre et d'une littérature économique à une autre (Liénart et Castiaux, 2012). Dans ce cadre, nous proposons d'adopter la définition de l'innovation proposée par la Commission Européenne et l'OCDE.

Selon le Manuel d'Oslo (OCDE, 2005), « l'innovation est la mise en œuvre d'un produit nouveau ou sensiblement amélioré (bien ou service), d'un procédé, d'une nouvelle méthode marketing, ou d'une nouvelle méthode d'organisation des pratiques de *business*, de l'organisation du travail ou des relations extérieures ». Pour espérer

rencontrer sa vocation stratégique de facteur de différenciation, l'innovation doit se situer à l'intersection des trois dimensions suivantes : une dimension « marché », définissant ce qui est souhaitable pour les utilisateurs en termes de *design* et d'expérience satisfaisant leurs besoins, une dimension « technologique », déterminée par ce qui est possible en termes de technologie et une dimension sociétale, intégrant ce qui est viable et acceptable par la société (Liénart et Castiaux, 2012). L'innovation dépasse donc la génération de nouvelles idées ou la dissémination de connaissances. Il s'agit de générer un changement ou de faire les choses autrement. C'est cet élément de mise en œuvre qui sépare la connaissance et les inventions des innovations (Hendrickson et al. 2011).

Le CC représente une innovation technologique (Lin et Chen, 2012), qui, en inversant le processus classique d'adoption (de l'utilisateur à l'organisation), appelle à un dépassement des modèles classiques de l'adoption (Tiers et al. 2013). Selon Mentz (1999), une innovation technologique consiste à concevoir et produire une nouvelle solution découlant d'une connaissance scientifique et technologique de manière à répondre à un besoin réel ou perçu, à la développer afin d'en faire un objet viable et productible et enfin à introduire cet objet sur le marché. Il s'agit donc de la réalisation et de la mise en œuvre d'une invention technologique.

Dans ce chapitre nous tenterons de comprendre les facteurs explicatifs des dynamiques d'adoption des TI et d'examiner si les principaux déterminants classiques s'appliquent au CC. Nous nous focaliserons particulièrement sur les analyses coûts/bénéfices en réalisant un inventaire des principaux coûts et des bénéfices relatifs à l'adoption du CC.

Afin de cerner les principaux facteurs intervenant dans la décision d'adoption du CC comme nouvelle innovation, nous proposons de séparer les différentes dynamiques d'adoption selon les acteurs économiques en détaillant leurs motivations. C'est pourquoi, dans un premier temps, nous détaillerons la dynamique d'adoption des firmes avant d'examiner, dans un second temps, la dynamique d'adoption des consommateurs.

Au préalable, il serait opportun de faire un détour par la littérature économique relative à l'adoption des innovations et plus précisément celle ayant trait à l'adoption

des TI. Cette revue de la littérature permettra de dresser les principales similarités et différences dans l'adoption de cette nouvelle génération de TI. Si pour certains auteurs, toutes les innovations suivent des tendances quasi identiques, une nouvelle littérature pointe le caractère particulier du CC.

Nos développements s'articulent autour de quatre sections. Dans un premier temps, nous proposons un résumé de la littérature relative à l'adoption des innovations. Dans un second temps, nous nous focaliserons sur la littérature de l'adoption des TI pour comprendre les principaux résultats et leur validité dans le cas du CC. La troisième section détaillera l'analyse coûts/bénéfices pour le CC. Pour finir, nous proposerons un modèle micro-économique d'adoption du CC par les consommateurs en fonction de certaines caractéristiques portant sur la confiance et la sécurité des solutions proposées.

## **4.2. Un détour par la théorie de l'adoption des innovations**

L'objet de cette section consiste à discuter les raisons d'adoption des innovations de manière générale. Pour ce faire, il convient d'établir une distinction entre adoption et mise en oeuvre (exécution ou application) qualifiée dans la littérature économique de profondeur d'adoption (*depth of adoption*). Nous entendons par adoption, la décision d'introduire une innovation dans une organisation (au sein d'une firme) (Westphal et al. 1997 ; Kennedy et Fiss, 2009). Par exemple l'achat d'un robot chirurgical par une clinique. Par mise en oeuvre ou exécution voire application, nous nous référons à l'introduction réelle de l'innovation dans l'organisation et nous nous intéressons à l'utilisation réelle du robot dans les opérations chirurgicales (la fréquence de son utilisation et la durée moyenne d'usage).

Une large partie de la recherche sur les déterminants de l'innovation a toujours mis l'accent sur le rôle des processus formels de Recherche et de Développement (R&D) et sur l'importance des compétences, de l'expertise des scientifiques et des ingénieurs. Dans la recherche sur les systèmes nationaux d'innovation, nous constatons une tendance parallèle à se concentrer sur les institutions et les organisations responsables de la production et de la diffusion des connaissances scientifiques et techniques. Cela est reflété dans la définition classique de l'innovation présentée dans l'édition 1996 du

manuel d'Oslo en tant que produit technique et innovation de procédé (*TPP : Technical Product and Process Innovation*) et dans les politiques d'innovation qui donnent la priorité à l'augmentation de l'intensité de R&D (Lorenz, 2013).

En ce qui concerne la diffusion des innovations, deux éléments caractérisent la littérature empirique consacrée à celle-ci. D'une part, la diffusion des innovations n'est pas instantanée et semble obéir à un mécanisme graduel (Schumpeter, 1934 ; Mansfield, 1989). D'autre part, suite à la première adoption, la diffusion des innovations a tendance à suivre une courbe en S. C'est-à-dire, une faible proportion des firmes adoptent rapidement l'innovation, suivie d'une phase d'accélération où de nombreuses firmes l'adoptent et enfin, l'adoption tardive par les firmes suiveuses (Griliches, 1957 ; Rogers, 1995).

Les théories actuelles de diffusion supposent que si les innovations améliorent la performance de l'entreprise, les avantages appréciés par des acheteurs précoces développeront initialement la diffusion basée sur l'estimation rationnelle et déclencheront éventuellement des réactions mimétiques (Tolbert et Zucker, 1983) et/ou défensives au niveau du reste de la population (Abrahamson et Rosenkopf, 1993).

En outre, les innovations technologiques peuvent induire des changements dans les rôles des usagers, des configurations d'interactions et des relations de pouvoir (Barley, 1986, 1990 ; Burkhardt et Brass, 1990). Les innovations peuvent perturber des routines existantes (Edmonson et *al.* 2001) et exiger l'avis d'experts et la maîtrise du support (Eveland et Tornatzky, 1990). Par ailleurs, les innovations exigent souvent des ajustements après leurs introductions (Ansari et *al.* 2010) du fait que les usagers tentent d'inclure des pratiques neuves dans leurs activités quotidiennes afin d'en maîtriser les nouvelles technologies auxquelles ces pratiques sont associées (Canato et *al.* 2013). Il faudrait donc s'attendre à ce que les adopteurs précoces rencontrent des problèmes d'application et éventuellement ne réalisent pas les avantages technologiques et économiques escomptés (Zbaracki, 1998).

Selon Compagni et *al.* (2015), les adopteurs précoces sont appelés les « usagers exemplaires ». En revanche, certains sont appelés les « non-adopteurs », car n'adoptant pas les dites technologies pour diverses causes telles que la disponibilité des ressources financières qui représentent une contrainte importante quant au

procédé de diffusion. Une pénurie de fonds, un refus du gouvernement régional pour autoriser l'investissement en raison de restrictions budgétaires sont également un frein à l'introduction des nouvelles technologies.

Selon Greve (2011) le manque de la connaissance au sujet de la mise en application des innovations constitue une source d'incertitude quant à leur adoption. En effet, la maîtrise ou pas de la mise en œuvre des dites innovations, affecte considérablement les décisions d'adoption.

Les avantages d'une innovation ou les expériences couronnées de succès réduisent graduellement l'incertitude qui entoure les avantages initiaux (Terlaak et Gong, 2008). A partir de là, il y a la supposition implicite qu'en présence d'expériences négatives, la diffusion d'une innovation sera retardée et peut même être rejetée. A ce stade, il est important de souligner la différence entre la diffusion Inter et Intra entreprises. En effet, la diffusion inter entreprise est liée à l'évolution du temps et au pourcentage des firmes ayant adopté une technologie donnée, alors que la diffusion intra-firmes traite l'intensité de l'utilisation de cette technologie à un moment donné. Le phénomène entre entreprises peut être pour cette raison plus important dans les stades précoces de la diffusion alors que l'effet intra firmes qui lui, est plus ressenti aux stades avancés de la diffusion (Bocquet et Brossard, 2007).

Nous pouvons conclure cette section en précisant que l'innovation organisationnelle apparaît comme une condition préalable à l'innovation technologique (Lam, 2005). En effet, l'innovation organisationnelle acquiert une réorganisation des structures en vue de contrebalancer un déficit interne à tirer parti de ses compétences pour accroître la capacité interne à apprendre, à acquérir des connaissances ou à inciter à l'innovation technologique (Dautel, 2015). Cela peut donc nous mener à des adoptions conjointes. L'adoption des innovations technologiques induit des changements organisationnels donc l'adoption préalable d'innovations organisationnelles est possible.

Les attributs des entreprises peuvent opérer sur l'adoption de différentes innovations et donc sur un cumul des adoptions. Les entreprises capables de comprendre, d'assimiler et d'exploiter de nouvelles pratiques technologiques ou organisationnelles devraient être plus susceptibles d'introduire chacune d'elles, d'où les adoptions multiples (Dautel, 2015). Dans la section qui suit nous allons centrer notre analyse sur

l'adoption des TIC.

### **4.3. L'adoption des technologies de l'information : un cadre conceptuel**

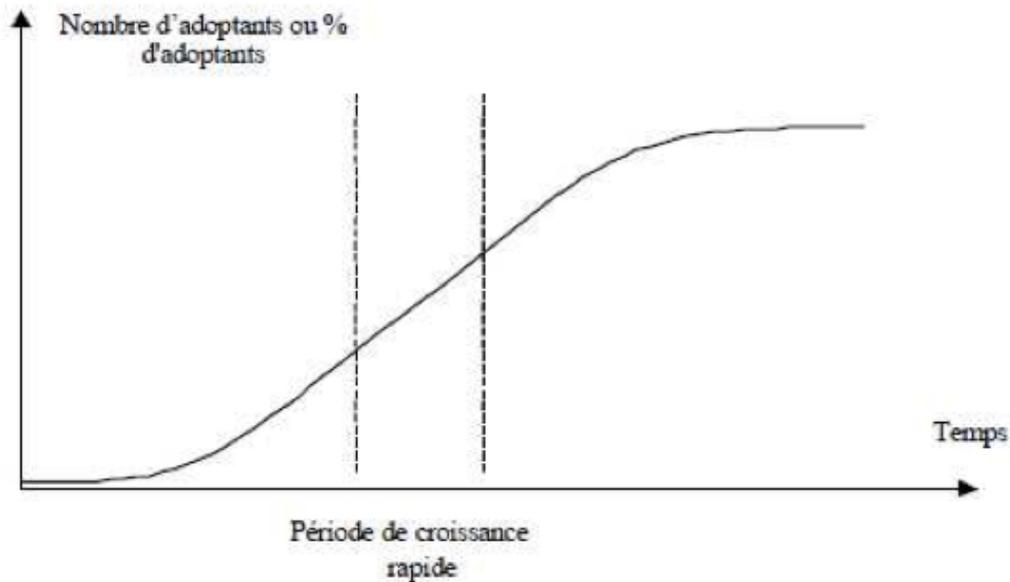
Les TI sont largement considérées comme un des plus importants moteurs de la croissance économique vers la fin des années 90 (Bresnahan et Trajtenberg, 1995 ; Helpman, 1998 ; Antonelli, 2003). Elles influencent la nature et l'étendue de la firme par les réductions de coûts et la transformation des frontières de marché (Ben Youssef et *al.* 2009). L'impact de L'Internet sur le coût et la vitesse de l'accès à l'information a permis d'accélérer le rythme des innovations les plus importantes (Battisti et *al.* 2009). De plus, ces technologies permettent d'avoir des rendements croissants, d'obtenir de plus grandes parts de marché et être plus compétitif sur le marché mondial. En outre, ces technologies offrent l'opportunité de réduire les coûts par une meilleure coordination en externalisant certaines applications comme les ressources humaines ou la comptabilité. Elles offrent également l'opportunité d'établir un système d'information plus précis.

Cependant, l'adoption de ces technologies n'est pas suffisante, certaines firmes et leurs employés ont accès à tous les équipements des TIC, et sont confrontés au problème de l'intensité de leur usage (Ben Youssef, 2004 ; Ben Youssef et *al.* 2009). Par intensité d'usage, nous indiquons la manière dont les agents économiques s'engagent dans une meilleure coordination, il y a un système de production efficient et des pratiques flexibles dans les firmes (Ben Youssef et *al.* 2009).

D'un point de vue analytique, il existe deux modèles qui expliquent la diffusion des innovations : d'une part des modèles épidémiques ou par contagion et d'autre part les modèles de rationalité parfaite qualifiés de modèles d'équilibre.

La première approche est qualifiée de théorie du non-équilibre. L'approche du déséquilibre a été initiée par Mansfield 1963 ou encore Antonelli 1985 et Levin et Linn, 1992. Dans cette approche on suppose que l'utilisation d'une technologie augmente avec le temps, tout comme le risque d'une future adoption qui est réduit à travers l'apprentissage. C'est un type de modèle de déséquilibre par lequel la diffusion est un processus d'ajustement à un point final fixe dérivant de la réduction

d'une incertitude *via* l'information (Battisti et *al.* 2009). La configuration de l'usage suit une courbe en forme de S que l'on peut voir sur la figure suivante :



**Figure 18 : Courbe en S représentant le taux d'adoption au cours du temps**

Seul le facteur temps compte. Plus la technologie est ancienne, plus l'intensité de l'usage est élevée. L'usage de la technologie n'est pas lié à l'analyse coûts/bénéfices. C'est pour cette raison que cette approche est une approche de déséquilibre. Les caractéristiques des pays, l'environnement et les autres facteurs n'interviennent que faiblement dans les décisions d'adoption.

La seconde approche, qualifiée de modèles d'équilibre, essentiellement élaborée par Stoneman et Battisti, (1997). Pour Stoneman et Battisti la configuration n'augmente pas monotoniquement à partir de la première date d'adoption. L'approche d'équilibre propose un modèle (une configuration) non-linéaire et discontinu de la diffusion. Avec le temps, le gain et ou le coût d'adoption peuvent changer et ainsi le niveau de l'utilisation change (Battisti et Stoneman, 2005). Dans cette approche l'intensité de l'usage peut être très différente d'une firme à l'autre et varie selon l'approche coût/bénéfice. La valeur perçue des bénéfices marginaux peut fortement varier.

L'approche de l'équilibre se base sur l'investissement, les coûts de technologies et la valeur perçue de l'usage comme les principaux déterminants. Alors que l'approche de déséquilibre souligne le temps, l'apprentissage et les capacités comme des déterminants de la diffusion intra firme des technologies.

Ainsi, nous examinons deux types de déterminants de l'adoption et de l'usage des TIC, ce que nous appelons l'effet de rang (*Rank effect*) et l'effet épidémique (*Epidemic effect*).

L'effet de rang est associé à l'hétérogénéité des entreprises et suppose que l'adoption de la technologie, à un instant  $t$ , génère des profits différents du fait de caractéristiques inhérentes à chaque firme. Les firmes diffèrent par des caractéristiques  $x_i$  qui influent sur la profitabilité de l'innovation. Ainsi, une firme particulière adoptera, si ses caractéristiques dépassent certains seuils,  $x'_i$  ce qui rend l'innovation profitable. Un point clé de ces modèles consiste à sélectionner les bonnes variables susceptibles d'expliquer l'adoption. Les variables principales retenues dans la littérature et à même de détecter l'effet de rang sont la taille et l'ancienneté de la firme, qui influent positivement sur la taille et l'intensité de l'usage (profondeur de l'adoption). Par ailleurs, la firme doit être capable de réduire l'incertitude et le risque associés à davantage d'usage des technologies.

L'adoption des nouvelles technologies est davantage favorable plus la taille de la firme est grande. En outre, les petites et moyennes entreprises (PME) utilisent quotidiennement des technologies numériques mais doivent être aidées pour atteindre une utilisation efficiente. Elles doivent établir et renforcer leur capacité d'absorption technologique (Ben Youssef et al. 2009). La capacité d'absorption technologique est liée à l'incertitude et à la réduction du risque en utilisant une technologie particulière (Ben Youssef et al. 2009).

Par conséquent, plus la firme est grande plus large est sa capacité d'absorption technologique. Ainsi, les TIC sont des technologies d'usage universel (Bresnahan et Trajtenberg, 1995). Elles ne sont pas mûres par nature et il est possible de les adapter aux besoins spécifiques de la firme. En effet, la taille de l'entreprise est un facteur déterminant, car plus la firme est grande et plus elle aura des employés à même de résoudre les problèmes afférents à l'usage des TIC. La taille de la firme est généralement mesurée par le nombre d'employés et peut donc être suivi d'un certain nombre d'autres caractéristiques telles que la rentabilité, les aptitudes de management, les innovations passées ou les variations dans les coûts d'acquisition de la nouvelle technologie et toutes les économies d'échelle (Battisti et al. 2009).

Quant à l'ancienneté, elle peut être marquée par l'expérience de l'usage et la capacité d'absorption de l'usage de la technologie dans la théorie de déséquilibre. Il y a donc une relation positive entre l'ancienneté et l'intensité de l'usage (diffusion intra-firmes de la technologie). Cela confirme le fait que l'innovation suit un modèle de diffusion en forme de *S*.

Supposons par exemple, que la profitabilité de l'innovation dépend d'un certain niveau de production, en faisant par exemple jouer des économies d'échelle. A un moment donné, l'adoption ne sera avantageuse que pour les firmes dépassant un certain seuil de production. L'innovation peut être considérée comme un stimulus et les caractéristiques de l'entreprise à l'instant « *t* » déterminent le seuil critique auquel l'entreprise décide d'adopter (Baldwin et Rafiquzzaman, 1998). Ce seuil critique est souvent fonction de la taille de l'entreprise, cette caractéristique constituant un indicateur de nombreux attributs plus difficilement observables (ressources financières, personnel qualifié et disponible de même que le pouvoir de marché). L'attractivité de l'innovation, représentée de manière restrictive par le profit généré par l'adoption, est censée croître avec le temps du fait d'économies d'échelle externe, du "*Learning by Doing*" et de la diminution des coûts de recherche, entre autres. Par exemple, les premiers adoptants permettent de diminuer les coûts de recherche en rendant l'innovation et ses conséquences plus transparentes. La profitabilité augmentant, le seuil critique déterminant la décision d'adopter s'abaisse permettant ainsi à d'autres firmes d'adopter l'innovation. Ainsi, les firmes adoptent à des moments différents parce qu'elles diffèrent sur des caractéristiques qui affectent le profit généré par l'adoption, cette profitabilité étant elle-même variable en fonction du nombre d'adoptants. Ainsi, les décisions d'adoption sont déterminées par l'arbitrage des firmes entre les bénéfices escomptés de l'adoption de la nouvelle technologie et les coûts prévus de changement de la technologie existante.

Les bénéfices et les coûts espérés sont considérés comme étant dû à différents critères tels que la taille de l'entreprise, le prix de ses fournisseurs ainsi que les politiques de service, son mode de gouvernance, la nature de l'environnement compétitif aussi bien que l'apprentissage et le changement de coûts.

Le second effet concerne *L'effet Epidémique*. Ce dernier se rapporte au fait que la technologie est plus utilisée quand une autre firme l'utilise (Ben Youssef et *al.* 2009).

Effectivement, la diffusion de l'information relative à une innovation et à son adéquation aux activités de la firme est le principal déterminant explicatif de sa diffusion. Cette information est coûteuse et provient des firmes ayant déjà adopté l'innovation, comme lorsqu'un individu est contaminé au contact d'un individu déjà infecté.

Chaque adoptant génère une externalité<sup>40</sup> positive en transférant de l'information aux autres adoptants potentiels. L'augmentation des adoptants génère une dissémination informationnelle plus importante et le processus de diffusion s'accélère. Lorsque le nombre d'adoptants dépasse le nombre de non-adoptants, la vitesse de diffusion régresse. Les modèles épidémiques supposent que certaines firmes adoptent plus tardivement que d'autres parce qu'elles ne possèdent pas d'informations suffisantes relatives à l'innovation. Cet effet stipule également que certaines innovations se diffusent plus rapidement, car certaines technologies, du fait de leurs caractéristiques (profitabilité, risque, importance de l'investissement, etc.), ont une probabilité d'adoption plus élevée que d'autres. Les courbes de diffusion de Mansfield décrivent la tendance cumulative des adoptants d'une innovation et constituent donc un modèle du comportement des entreprises dans leur ensemble.

Le modèle épidémique a été critiqué car toutes les firmes ont été traitées de la même manière c'est-à-dire comme si elles avaient la même probabilité d'être impacté (Grolleau, 2001). Or ce n'est pas le cas. De plus, cet effet ne permet pas d'expliquer pourquoi certaines firmes adoptent une innovation plutôt que d'autres, notamment lors de l'initiation du processus de diffusion. Qui plus est, cet effet ignore quasiment le processus décisionnel au niveau individuel (Grolleau, 2001).

Dans ce modèle l'information est le déterminant clé de la diffusion des innovations. On suppose ici que l'information se diffuse aussi lentement que les innovations elles-mêmes, une hypothèse qui semble peu probable (Geroski, 2000). Selon Geroski

---

<sup>40</sup> Laffont (1988), définit une externalité comme: "l'effet indirect d'une activité de consommation ou d'une activité de production sur l'ensemble de la consommation d'un consommateur, la fonction d'utilité d'un consommateur ou la fonction de production d'un producteur. Par indirect nous voulons signifier que l'effet concerne un agent autre que celui exerçant cette activité économique et que cet effet ne fonctionne pas par le système des prix". Laffont (1988) déduit des externalités deux types d'effets qui font partie du processus d'adoption. Les premiers sont les effets inter temporels, intra firme, l'apprentissage d'une expérience actuelle ou l'impact des bénéfices futurs affectent l'adoption des décisions futures de l'entreprise. Deuxièmement, la définition élimine les effets qui fonctionnent par le système des prix.

(2000) il faut distinguer différents types d'informations. Mais cela permettrait de dépasser le modèle épidémique.

Une autre critique concerne l'effet épidémique suggère que l'adoption d'une TIC est fortement liée à l'information dont dispose l'entreprise au sujet de cette technologie. Or toutes les entreprises n'ont pas la même information en quantité identique au même moment. De plus, les firmes doivent investir dans le capital humain et dans l'encadrement. En effet, plus elles investissent dans le capital humain et l'encadrement et plus la technologie est diffusée et adoptée dans la firme.

A titre d'exemple Lal (1999) a souligné que les firmes indiennes fabriquant les marchandises électriques et électroniques ont une probabilité plus élevée d'adopter les TIC lorsque : (i) les directeurs généraux ont un niveau élevé d'éducation ; (ii) l'intensité technologique des firmes est élevée ; (iii) les gestionnaires ont une visibilité stratégique claire de l'importance de la Recherche et Développement (Bocquet et Brossard, 2007).

Hollenstein (2004), confirme l'influence des effets de rang et des effets épidémiques pour des firmes Suisses. Il a également prouvé que la capacité d'absorption technologique des firmes est capturée par des variables mesurant le niveau de qualification des employés, la participation aux stages de formation orientée TIC et le comportement des firmes innovatrices. Ces variables ont un impact positif sur l'adoption des TIC (Bocquet et Brossard, 2007). Nous pouvons affirmer dès lors que plus le taux d'encadrement est élevé plus les firmes investissent dans les capacités d'absorption technologique et ce, afin d'utiliser les TIC (Ben Youssef et al. 2009).

Nous pourrions rajouter deux autres modèles théoriques relatifs à l'adoption des TIC que l'on appelle les effets de stock et les effets ordinaux. *Les effets de stock* reposent sur l'idée que le profit généré par l'adoption d'une innovation est fonction du nombre total de firmes ayant déjà adopté l'innovation. Les bénéfices liés à l'adoption pour l'adoptant marginal diminuent avec l'augmentation du nombre de firmes ayant déjà adopté (Karshenas et Stoneman, 1993). A un coût d'acquisition donné de l'innovation correspond un nombre d'adoptants au-delà duquel l'acquisition n'est plus profitable. Le coût d'acquisition de l'innovation diminuant avec le temps, de nouvelles adoptions surviennent, permettant ainsi de tracer le sentier de diffusion. Les modèles de stock et d'ordre impliquent que la profitabilité de l'adoption décroît lorsque le nombre

d'adoptants augmente. Les effets de stock se concentrent sur le nombre d'adoptants à l'équilibre et sur la moindre rentabilité de l'adoption, donc sur une moindre probabilité d'adoption supplémentaire. A l'inverse, *les effets ordinaires* se focalisent sur l'anticipation des adoptions suivantes, où l'ordre a un effet positif sur l'adoption (Baptista, 2000). Ainsi, l'ordre a un impact positif sur la probabilité d'adoption tandis que l'effet stock a un impact négatif. Cependant, lorsqu'il y a une forte incertitude sur les bénéfices futurs de la nouvelle technologie, ou bien lorsque nous sommes confrontés à des technologies à effets de réseau, ces prédictions peuvent être totalement inversées (Bocquet et Brossard, 2008).

Selon Canepa et Stoneman, (2004), les deux forces principales pilotant l'adoption des technologies dans la plupart des pays sont les effets épidémiques et les effets de rang. Selon Karshenas et Stoneman (1993), la diffusion s'étend seulement au point où il est profitable d'adopter la nouvelle technologie. Karshenas et Stoneman (1993), énoncent que l'acquisition de l'innovation au moment optimal est déterminée par deux conditions. La première condition c'est que l'acquisition de la technologie doit générer des profits positifs (condition de rentabilité). La deuxième condition c'est que les bénéfices nets de l'acquisition d'une innovation n'augmentent pas dans le temps. Autrement dit, il n'est pas profitable pour l'entreprise d'attendre au delà d'un certain temps (condition d'arbitrage). Nous pouvons rajouter que les usagers moins intensifs souffrent d'un manque d'information technologique et d'un écart au niveau de la compétence. Cela retarde l'adoption des TIC. En revanche, les usagers plus intensifs ont mis en application presque chaque type de TIC et leurs stratégies favorisent également l'adoption des TIC (Bocquet et Brossard, 2007).

Pour conclure, les déterminants théoriques de l'adoption des TIC sont les effets de rang (taille de la firme), les rapports stricts avec les clients et les fournisseurs (arrangements contractuels avec les consommateurs et les fournisseurs), l'accent est mis sur la qualité et les coûts plutôt que sur les volumes (compétition basée sur la qualité des produits et des stratégies orientée vers une réduction de coûts), des stratégies orientées vers l'amélioration de la réactivité du travail en équipe et la motivation (existence d'outils organisationnels et managériaux consacrés à l'amélioration de la motivation du travail en équipe), les capacités et la conscience technologique ainsi que la capacité d'absorption de connaissance (habileté des gestionnaires à formuler des motifs stratégiques clairs pour l'adoption des TIC).

Cela nous fournit un ensemble global de déterminants de la diffusion des TIC. Ce qui fait également partie intégrante des facteurs intra firme de l'adoption des TIC, ce sont les coûts d'apprentissage et de changement qui sont principalement déterminés par les qualifications et l'expérience des employés de l'entreprise aussi bien que par l'âge et la spécialisation de ses biens d'équipements.

Cette section, nous a permis de mettre en relief les arguments des théories relatives à l'adoption des TIC. Ces arguments seront au centre de notre recherche empirique dans la prochaine partie de la thèse. Il convient de noter que la théorie de l'équilibre repose en grande partie sur l'analyse coût/bénéfice. Or comme nous l'avons précisé l'analyse des coûts/bénéfices est peu évidente à établir. C'est pourquoi nous nous sommes attachés, dans la prochaine section, à mieux les comprendre et les détailler.

#### **4.4. Une analyse des coûts et des bénéfices de l'adoption du CC**

L'objet de cette section consiste à décrire l'ensemble des coûts associés à l'adoption du CC et de les comparer aux bénéfices escomptés. Cette analyse coûts bénéfices est supposée être à la base de la décision d'adoption. Notre démarche est tout d'abord descriptive, avant de tenter une formulation micro-économique.

##### **4.4.1. Un inventaire des coûts et des bénéfices associés à la décision d'adoption du CC**

La nature des bénéfices de la technologie CC est d'abord qualitative : la réduction du temps d'arrêt des serveurs, l'amélioration de l'évolutivité du service, la diminution du risque de défaut du serveur, la simplification et la rationalisation du management des TI, une plus grande satisfaction du client, une économie de la durée des changements au niveau de la technologie, de nouveaux consommateurs, le gain de temps et plus précisément une réduction du temps due au partage d'informations et de connaissances. Toutefois force est de reconnaître que les principaux avantages sont quantifiables et sont d'ordre économique. La principale méthode d'analyse dans ce domaine est l'analyse coûts-bénéfices.

Les coûts du projet en matière de CC comprennent entre autres le prix du logiciel, le coût des consultants, l'installation et la formation de ses usagers. Les bénéfices du projet comprennent une amélioration d'un procédé d'affaires menant à l'épargne en coûts de production, une amélioration d'un processus décisionnel et une meilleure ambiance de travail des employés consécutive à une amélioration des conditions de travail et à un meilleur bien-être eu égard à un équipement neuf.

Nous pouvons traduire ces modifications en termes monétaires. En effet, les impacts qui doivent être convertis en termes financiers comprennent en premier lieu la réduction du temps d'arrêt des serveurs. Cela se traduit par le profit de la firme pour l'heure où le système informatique fonctionne multiplié par le nombre d'heures de temps d'arrêt. En second lieu, l'amélioration de l'évolutivité du service, qui se traduit par l'épargne sur les coûts d'investissement pour étendre le service plus le fait d'économiser sur les salaires des experts de TI pour étendre le service. En troisième lieu, nous avons la diminution du risque de défaut du serveur et cela se traduit par la perte engendrée à la compagnie pendant une heure de panne des systèmes informatiques critiques multipliée par le nombre d'heures de pannes. Le fait de simplifier et rationaliser le management des TI se traduit par une épargne du salaire multiplié par le nombre d'heures passées concernant le management des tâches.

Une plus grande satisfaction du client constatée par l'augmentation des ventes pour les consommateurs multiplié par le nombre de consommateurs. Il faudra également tenir compte des économies durant l'exécution des changements au niveau de la technologie et cela se vérifie par le salaire des employés de TI multiplié par le nombre d'heures enregistrées. Nous prenons en considération aussi le nombre des nouveaux consommateurs qui crée un revenu supplémentaire engendré par une consommation additionnelle multipliée par le nombre des dits nouveaux consommateurs. En raison de l'avènement du CC, une firme a l'opportunité d'aborder et de manager pour accomplir d'autres tâches en connexion avec les nouveaux usagers et à leurs besoins spécifiques. De plus il y a un gain de temps réalisé. En effet, les employés passent moins de temps sur des tâches répétitives. Cela se traduit par des gains qui se calculent comme suit : le nombre des heures du personnel passées sur des procédés répétitifs multiplié par le salaire horaire multiplié par le nombre d'employés (Maresova et Puzova, 2014).

Nous pouvons également considérer l'économie de temps due au partage d'informations et de connaissances dans une place, où il n'y a aucune duplication de partage de la connaissance à travers la lecture et l'envoi des courriels (Maresova et Puzova, 2014). Le retour sur investissement a souvent été effectué sans se soucier des avantages qualitatifs du projet et sans essayer de les convertir en conditions quantitatives. L'inclusion des avantages additionnels pourrait avoir des impacts majeurs sur les résultats. La procédure suivante peut être employée pour prévoir le retour sur investissement en ce qui concerne tous les avantages. C'est le profit de l'investissement qui est égal au coût de la solution originale de TI moins le coût de l'option d'investissement plus les autres avantages de l'investissement. Le retour sur investissement est égal au bénéfice de l'investissement.

Une autre manière d'envisager le calcul de la rentabilité consiste à considérer la valeur actuelle nette du projet d'investissement (*VAN*). La *VAN* est définie comme la différence entre les cash flows<sup>41</sup> actualisés à la date zéro et le capital investi. Elle constitue un outil d'estimation de la rentabilité économique du projet (Dixit et Pindyck, 1994). Un entrepreneur investit lorsque la *VAN*<sup>42</sup> est positive et rejette le projet lorsque celle-ci est négative. En utilisant les méthodes d'évaluation de l'efficacité de l'investissement, les avantages invisibles ne sont pas considérés. La participation de tous les avantages du CC est notée *Rt* et donc *Rt* est égal aux produits financiers de l'investissement plus les avantages qualitatifs convertis en monnaie moins la dépense sur l'investissement (Maresova et Puzova, 2014).

$R_t = \text{Produits financiers de l'investissement (financial revenue from the investment)} +$   
 $\text{Les avantages qualitatifs convertis en monnaie (qualitative benefits converted to}$   
 $\text{money)} - \text{La dépense sur l'investissement (spending on the investment).}$

En outre, il est possible en fin de vie des serveurs de les vendre et d'augmenter la valeur actuelle nette (*VAN*). Il est difficile d'estimer le coût résiduel des serveurs à l'avance. Le prix résiduel dépendra de l'état du marché et du développement de la

---

<sup>41</sup> La notion de cash flow désigne les revenus générés par l'investissement (Ndiaye, 2011).

<sup>42</sup> Barzel (1968) considère que la *VAN* est uniquement fondée sur le présent parce que la chronologie de l'innovation dont elle est issue a initialement pour objectif de déterminer la date optimale à partir de laquelle l'innovation permet de maximiser le profit de la firme. Tout investissement, dès lors que la *VAN* est positive, donne lieu automatiquement et immédiatement à une innovation commercialisée sur le marché.

technologie dans la localité du serveur. Nous pouvons supposer qu'avec la vitesse des TI et du développement de la technologie des ordinateurs, la valeur résiduelle sera chiffrée dans une dizaine d'années en milliers d'euros (Maresova et Puzova, 2014).

Le modèle d'évaluation du CC est tout à fait similaire à l'établissement des prix basés sur l'usage. Les consommateurs payent les ressources informatiques au moyen de services personnalisés en ayant l'infrastructure technologique adéquate (Xiong et Perros, 2009). Ce concept de "pay as you go" dans le CC diffère de la méthode de location traditionnelle qui concerne le paiement du coût négocié pour avoir la ressource pendant un laps de temps particulier indépendamment de l'usage réel (Nanath et Pillai, 2013).

#### **4.4.2. Un modèle de trois couches (Nanath et Pillai, 2013)**

Une analyse alternative en matière de coûts/bénéfices est proposée par Nanath et Pillai (2013). Ces auteurs considèrent trois couches distinctes dans le cas du CC. Ces couches représentent les différents niveaux auxquels les firmes se réfèrent pour adopter le CC.

**A- La première couche concerne l'évaluation de base du coût.** L'entreprise tiendrait compte d'un total de neuf composantes considérées comme l'estimation de base du coût. Ceci comprend l'amortissement, le coût des serveurs, le coût du réseau, le coût de l'énergie, le coût du logiciel, le coût du refroidissement, le coût de l'immobilier, le coût d'installation et de support ainsi que le coût de maintenance.

En premier lieu il convient de considérer l'amortissement. Il est important de comprendre la contribution des coûts d'infrastructure de TI à la structure de location mensuelle dans une organisation. Par conséquent, le paramètre d'amortissement est prévu pour des serveurs et d'autres installations de sorte que l'attribution juste de coûts pour diverses ressources de TI (matériel/logiciel) puisse être faite. Ce paramètre est exigé pour prévoir les coûts de dépréciation mensuelle (coût d'amortissement) de chaque élément d'infrastructure considéré. Ces éléments ont des charges initiales d'achat, le coût prévu est basé sur la durée au-dessus de laquelle l'investissement est amorti au taux d'intérêt assumé. En second lieu, il convient de considérer *le coût des serveurs*. En effet, les serveurs sont généralement montés sur des grilles et nous

supposons que tous les serveurs ont des configurations similaires. Cette supposition est faite pour faciliter le calcul concernant le coût du serveur (sans amortissement). Ensuite, il convient de considérer le *coût du réseau*. Les composantes qui contribuent aux coûts de gestion de réseau sont les contacts, les ports, les câbles, les logiciels et la maintenance. Des activités de maintenance également ont été reprises séparément sous la forme du support et du coût de maintenance. Nous retrouvons également le *coût de l'électricité*. En effet, l'électricité est clairement l'un des coûts à croissance rapide (Brill, 2009).

L'infrastructure de TI qui contribue à la consommation d'énergie dans un organisme comprend l'infrastructure informatique (serveurs, contacts, etc.), l'infrastructure matérielle critique de réseau, les transformateurs, les blocs d'alimentation sans coupure, les ventilateurs, les climatiseurs, les pompes et l'éclairage (Sawyer, 2004). Il convient également de considérer le *prix du logiciel*. En effet, le coût du logiciel est associé à l'évaluation de base du coût qui est dû au paiement de licence. Quant au *coût de refroidissement*, il représente la quantité d'énergie absorbée par le matériel de refroidissement. De plus, il convient d'ajouter le *coût de l'immobilier*. C'est le coût mensuel des immeubles utilisés pour domicilier l'infrastructure de TI.

Les *data centers* prennent un espace considérable et comptent dans le coût de l'immobilier. Nous rajoutons à cela, le *coût d'installation*, représentant les composantes réelles et intangibles qui sont essentielles pour le fonctionnement normal du matériel. Et en dernier, le *support et le coût de maintenance*. Le personnel concerné par la maintenance des centres de traitement de données est très peu nombreux (Greenberg et al. 2008). Par conséquent, le calcul de ce coût comporte la partie sous-traitée en tenant compte du nombre de contrats effectués par année et des frais encourus pendant chaque visite. Ainsi, le personnel interne et le contrat de ressources humaines pour la maintenance préventive sont inclus.

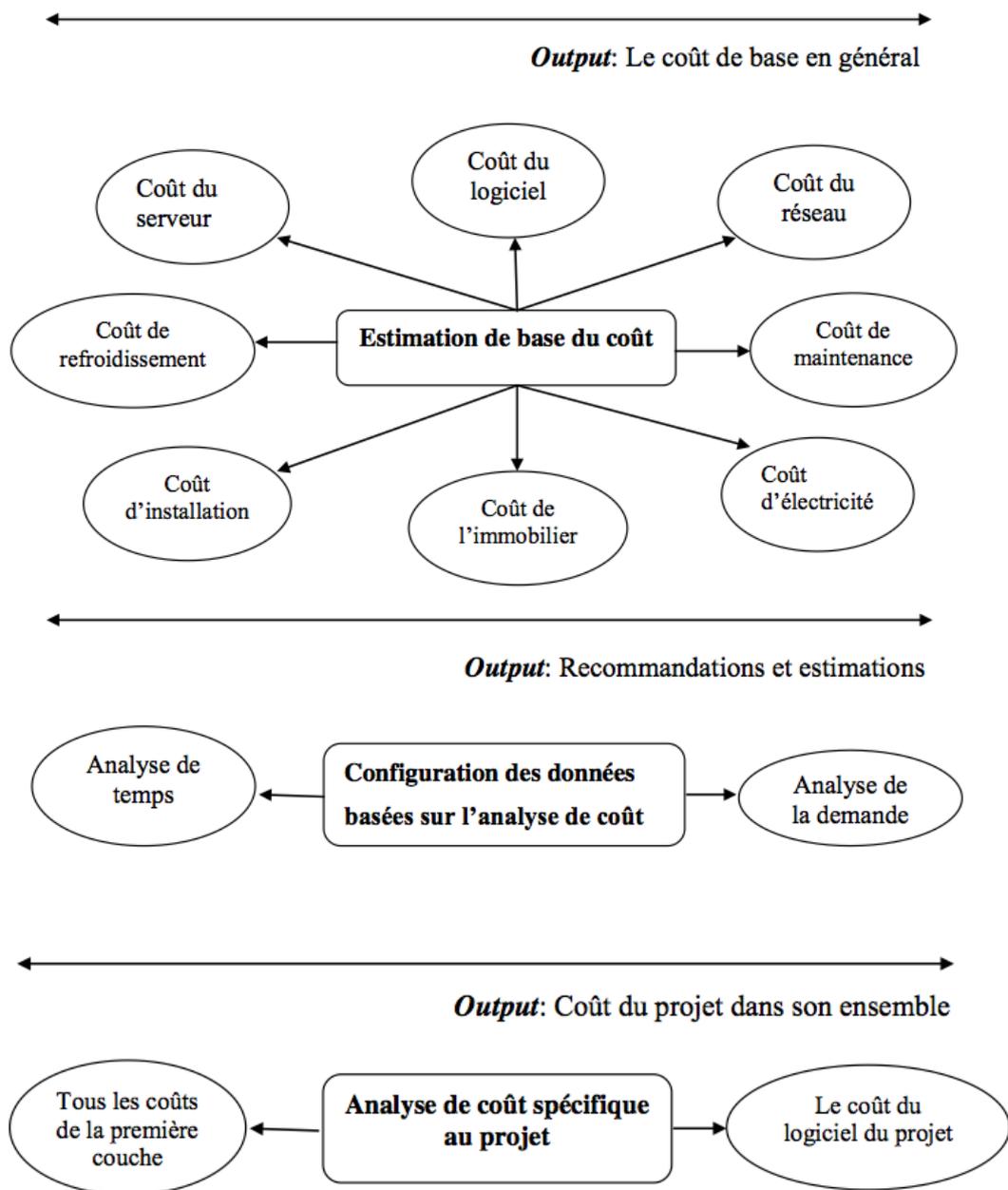
**B - La deuxième couche concerne la configuration des données.** Ce paragraphe traite les caractéristiques idiosyncratiques de la configuration de données dans une firme comme la quantité de données qu'elle génère, le temps pris par les ressources informatiques pour transférer les données, la demande prévue, la demande moyenne réelle et le nombre de serveurs fournis pour satisfaire la demande. Nous procédons ici à l'analyse de temps et l'estimation de la demande. L'analyse de temps donnera la

recommandation concernant l'adoption du CC basé sur le temps nécessaire pour traiter les caractéristiques internes et les comparer au Cloud. L'analyse de la demande donnera le pour et le contre concernant le CC avec le respect de l'approvisionnement de la demande dans une firme.

Nous proposerons en premier lieu de procéder à *l'analyse de temps*. Une firme peut décider de passer au CC en se basant sur le calcul de temps. Cela nous permet donc de retenir que le CC permet un gain de temps. Avec le CC certaines tâches deviennent plus rapides à effectuer. Le Cloud permet un déploiement rapide des applications. En effet, le passage au CC permet de se passer de l'achat et de l'installation de son propre équipement réseau contrairement à la méthode traditionnelle. Plusieurs applications du Cloud telles que la gestion du réseau peuvent fonctionner en quelques jours, heures ou même minutes selon le fournisseur. En utilisant le CC cela laisse les usagers de TI utiliser rapidement de nouvelles applications sans passer du temps à installer et configurer l'équipement réseau.

Il convient par la suite de procéder à *l'analyse de la demande*. En effet, cette analyse concerne un des problèmes les plus importants des firmes tels que l'approvisionnement des serveurs basés sur la demande. Généralement, les firmes préfèrent la provision des serveurs basés sur le maximum de demande qui peut être estimée à un jour. Cependant, la demande moyenne s'avère être moins d'un tiers de la demande de pointe. Cela rend donc une partie des ressources informatiques inemployées. Les études indiquent que les évaluations de l'usage réel des centres de traitement des données s'échelonnent de 5% à 20% en moyenne (Rangan et al. 2008 ; Siegele, 2008). Cette proportion est extrêmement faible. L'ajustement à la demande fournit un avantage important aux firmes. De nombreux désavantages sont associés au sous-approvisionnement et au sur-approvisionnement.

**C - La troisième couche concerne l'analyse de coût spécifique au projet.** Ce scénario est le plus courant de l'usage du CC. De nombreuses firmes souhaitent aujourd'hui préserver leur infrastructure existante et l'évaluer pour voir s'il serait profitable qu'elles réalisent tout projet futur avec le CC. Cette partie est non seulement utile pour des projets futurs mais pour évaluer également l'efficacité des projets déjà mis en application.



**La figure 19 : Modèle des trois couches pour l'analyse coûts-bénéfices**

La première couche représente le coût mensuel afin de mettre à jour l'infrastructure de TI dans une firme (interne) basé sur les paramètres qui pourraient aider dans la décision concernant les options de CC. Les firmes peuvent prendre une décision pour externaliser l'infrastructure entière au nuage si elle s'avère être profitable. Puis au niveau de la deuxième couche, les deux analyses utilisées donnent la recommandation directe concernant l'adoption et ou le changement au CC. Par conséquent, la décision peut être prise à partir de deux points de vue. Dans le premier nous avons le temps de

calcul (analyse du temps) et dans le deuxième, les pertes, si le changement de plateformes Cloud est basé sur des conditions de demande (analyse de la demande). Ensuite, au niveau de la troisième couche, la figure 19 montre le coût de tout le projet comme output. Ce coût est obtenu en utilisant toutes les composantes de coût dans la première couche. Au lieu d'avoir tous les serveurs à l'intérieur de la firme, le nombre de serveurs prévus exigés pour un projet serait l'*input* au CC pour le modèle d'évaluation de coût.

A titre d'illustration, une comparaison au sein de trente entreprises a été effectuée avec le respect de la profitabilité due au changement en matière de CC (Nanath et Pillai, 2013). Les résultats permettent de mettre en exergue que le CC est profitable pour les PME. Nos développements montrent que l'analyse coût/bénéfice conditionne l'adoption du Cloud. Il est également nécessaire de transformer les frais financiers en dépenses opérationnelles afin de faciliter les décisions financières et cela est moins risqué. En conclusion, Madhi et *al.* (2014) proposent un tableau des bénéfices financiers entre *CAPEX*<sup>43</sup> (frais financiers) et *OPEX*<sup>44</sup> (frais d'exploitation). La comparaison conditionne la décision de migration vers le CC.

Facteurs	Technologie traditionnelle	Technologie Cloud
Type de charges	Charges capitales ( <i>CAPEX</i> ) Charges de fonctionnement	Juste ( <i>OPEX</i> )
Le <i>Cash Flow</i>	0	Paiements pour le service offert
Produits	Charges de maintenance Amortissement des dépenses d'investissement	Paiements de maintenance
Balance	1- <i>Hardware</i> 2- <i>Software</i>	Non enregistré dans la balance 1- <i>Hardware</i> 2- <i>Software</i>

**Tableau 3 : Comparaison CAPEX et OPEX**

<sup>43</sup> Les *CAPEX* (*Capital expenditure*), constituent les frais financiers (les dépenses d'investissement).

<sup>44</sup> Les *OPEX* (*Operational expenditure*), constituent les frais d'exploitation (les dépenses d'exploitation).

A partir de ce tableau, nous pouvons déduire que la technologie traditionnelle comporte beaucoup de charges comparativement à la technologie Cloud. En effet, nous constatons l'absence de frais financiers au niveau du CC. Seulement les frais d'exploitation subsistent. Les firmes paient le service offert et la maintenance. Cela confirme notre analyse précédente selon laquelle le Cloud est davantage profitable dans certains cas pour les PME que pour les grandes firmes. Les PME, ce sont des petites ou moyennes unités dont les charges importantes ne permettent que le paiement à l'usage. Pour les grandes firmes, les ressources financières sont plus importantes et permettent plus facilement de prendre en charge en interne les frais associés aux TI. Cela s'explique par le fait que ces firmes, ont besoin d'un grand espace de stockage, d'une activité web importante. Par conséquent, les grandes firmes ne vont pas tirer bénéfice du paiement à l'usage voir même le coût associé au risque peut s'avérer plus important.

Cette analyse permet donc de mettre l'accent sur les coûts d'une architecture Cloud. En effet, en ce qui concerne *les coûts associés au CC*, nombre d'arguments et de contre arguments sont développés concernant le coût total de possession (*TCO: Total Cost of Ownership*). En effet, les coûts sont très spécifiques et dépendent du type d'affaires, des firmes, des TI qui les supportent. Quant aux *coûts pour le personnel*, les administrateurs de serveur effectuent une série de tâches, incluant ; la mise à jour du serveur, les renvois, le mouvement, le management d'incidents et le management de problème ainsi que la surveillance des vendeurs. Ensuite, nous avons *les coûts de Data center* dans la firme, en effet, le centre de traitement des données se compose de seulement une pièce principale de matériel qui est d'environ 60 m2 et l'emplacement du personnel qui est d'environ 40 m2. Nous avons seulement inclu des estimations des coûts plus visibles et importantes. Tandis que les frais accessoires comme les sociétés d'investissement immobilier, les coûts d'architecture, de câblage, de la gestion d'immeubles et de la sécurité du *data center* ne sont pas très facilement observables et déterminables. Il y a également, *les coûts de maintenance du matériel*, en effet, il y a les serveurs et dispositifs de réseau type achetés avec un contrat de maintenance annuel pour la réparation de matériel en cas de défectuosité du *Hardware*. Nous prenons en compte également, le coût annuel de maintenance du matériel, le coût annuel de maintenance des serveurs, le coût annuel de maintenance d'équipement du réseau et le coût annuel d'électricité et de refroidissement.

Cet inventaire des coûts et des bénéfices associés à la décision d'adoption du CC nous permet d'évaluer en terme de coûts, les deux critères de décision concernant le stockage en interne ou le stockage au niveau du CC. En outre, les solutions de CC sont encore en évolution. Il y a très peu de données publiées sur la démonstration quantitative du *ROI* (retour sur investissement) pour les solutions de Cloud.

Les *TCO* et *ROI* tiennent compte de plusieurs coûts cachés et nous permettent de comparer les solutions informatiques internes et les solutions Cloud (Chari, 2009). Nous avons également étudié la VAN qui est un indicateur de prise de décision concernant un projet d'investissement. Dans notre cas, il s'agit du CC. Cette section a permis d'aborder l'un des principaux problèmes rencontrés par de nombreuses organisations quant à leur décision de passer au CC. Nous avons analysé l'approche en trois couches de Nanath et Pillai (2013) et il a été constaté que le CC est rentable pour les PME. Pour les entreprises à grande échelle le passage à l'architecture Cloud n'est pas aussi avantageux. En outre, la réduction des coûts d'infrastructure informatique en utilisant le CC pourrait constituer une contribution efficace aux TIC vertes ou éco-TIC (*Green IT*<sup>45</sup>) (Nanath et Pillai, 2013).

#### **4.4.3. Une analyse économique de la décision de migrer vers des solutions en matière de CC**

De nos jours, force est de reconnaître que de nombreuses firmes cherchent à migrer vers une solution en matière CC. Pour ces entreprises, la technologie constitue un avantage économique indiscutable. Elle permet de stimuler l'engagement client, d'augmenter la productivité, d'innover et de se différencier des concurrents. Les solutions en matière de CC sont conçues afin de réaliser des économies et de simplifier la structure informatique des firmes, tout en leur offrant la flexibilité et l'agilité dont elles ont besoin pour prospérer. En dépit de ces avantages, certaines firmes sont en quelque sorte face à un dilemme et se posent la question en termes d'externalisation versus internalisation « *In House versus Outsourcing* ». L'évaluation

---

<sup>45</sup> Les termes de « TIC vertes », « *Green IT* » ou « éco-TIC » se propagent depuis plusieurs années afin d'affirmer le potentiel écologique des technologies numériques, tout en soulignant par effet de miroir les progrès qui doivent être accomplis dans ce secteur (Flipo et al. 2016).

s'effectue en général selon l'analyse coûts/bénéfices. Toutefois toutes les solutions en termes de CC comportent des risques.

Le CC offre la possibilité d'externaliser une partie des ressources informatiques, matérielles, et de confier leur gestion à un tiers contre une rémunération, le plus souvent à l'abonnement. Le CC est supposé permettre une réduction importante des investissements en termes d'infrastructures des TI (très coûteuse en interne). L'entreprise ajuste alors son infrastructure à ses besoins. En souscrivant à des offres de CC, l'entreprise paie uniquement ce qu'elle consomme. L'entreprise n'a pas non plus à supporter les coûts liés à la maintenance et au renouvellement des équipements. Avec cette solution, l'entreprise réduit considérablement ses investissements de TI et optimise ses coûts de fonctionnement et d'exploitation.

Mais le CC s'accompagne de son lot de désavantages qui empêche ou ralentisse son adoption par les entreprises. Une confiance dans la fiabilité de son fournisseur de Cloud est un pré-requis. La gestion des ressources informatiques en interne nécessite des coûts comme ceux des équipements, ceux des licences (logiciels), ceux de la maintenance et du renouvellement des équipements. L'espace de stockage n'est pas important d'où la contrainte, il faut plus de personnel et de machines, coût de l'électricité et la période de commercialisation et de développement d'un nouveau produit est longue. Ici concernant le coût, plus nous avançons dans le temps plus le prix baisse (Naldi, 2014). Toutefois cela n'est pas valable pour le coût de l'immobilier, ni celui de l'électricité qui restent relativement aléatoires. Quant aux coûts liés à la solution d'externalisation (*outsourcing* en matière de CC), ce sont des coûts liés à l'usage, la fameuse expression « *Pay Per Use* ». Il y a également les coûts que nous avons examinés en détails précédemment.

Dans le cas du CC, une firme décide d'enregistrer ses données quelque part (dans le nuage) possédées par une partie externe (le fournisseur de nuage) plutôt que sur ses propres installations de stockage. Auparavant, la firme devait mettre à jour ses installations internes de stockage alors que l'alternative permet à la firme de ne plus se soucier de cet aspect. L'alternative entre le stockage interne et le stockage de nuage est désignée sous le nom de décision d'un « achat versus location » « *Buy vs Lease* ».

Dans la solution interne la firme doit acheter sa propre infrastructure de stockage et dans la solution Cloud, la firme loue l'infrastructure auprès d'un fournisseur de nuage. En effet, le stockage de nuage est un exemple majeur du paradigme d'*IAAS* (*Infrastructure as a Service* : infrastructure comme un service) et un élément important de la tendance actuelle de virtualisation (Lenk et al. 2009). Mais l'orientation principale dans une analyse économique c'est la comparaison entre les coûts engendrés dans les deux alternatives (*In House vs Cloud Storage*).

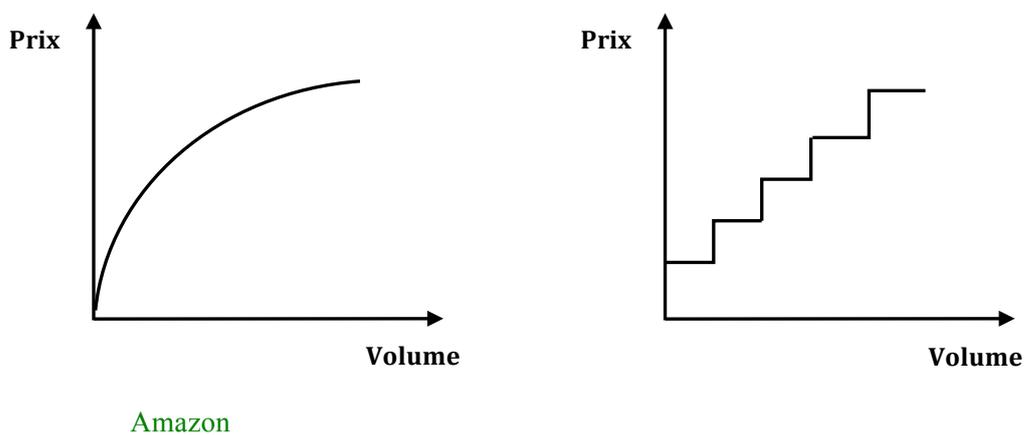
Une discussion économique des solutions de stockage possédées et louées est fournie par Walker et al. (2010), où des prévisions pour le prix des disques durs sont utilisées pour obtenir une figure unique de comparaison entre les deux alternatives basée sur l'outil de la valeur présente nette. Le point faible de l'approche déterministe proposée par Walker et al. (2010) concerne le fait qu'ils n'évaluent pas le risque associé au transfert des données. Mastroeni et Naldi (2011a) ont généralisé cette approche et fournissent une mesure de risque dans la décision d'adoption du Cloud.

Selon ces auteurs, les deux critères de décision sont basés sur la valeur médiane (*Median value*) et le différentiel de la valeur actuelle nette (*Differential Net Present Value (DNPV)*). Il consiste à calculer la différence entre les VANs de deux projets et puis d'opter pour un des deux projets. Dans notre cas le *DNPV* va nous permettre de connaître laquelle des deux solutions Cloud est la plus avantageuse en fonction du signe du *DNPV* obtenu. Le *DNPV* est préféré comme critère de décision car il aboutit à abaisser les risques. Selon les auteurs, la décision d'acheter (*Buy*) plutôt que louer (*Lease*) est favorisée pour les grandes firmes et pour de plus longs horizons temporels. Ce qui confirme la discussion analytique proposée au préalable. Le prix de la police d'assurance est particulièrement accessible pour les petites firmes et sur des horizons temporels limités. Il peut devenir très grand pour de plus grandes firmes et sur de plus longs horizons temporels. La demande de stockage et le développement de l'électronique grand public (EGP) digitale s'est déplacé au domaine numérique.

Selon Mastroeni et Naldi (2011b) et Walker et al. (2010), la taille générale des données enregistrées par la firme se développe linéairement avec le temps. *La capacité de disques durs* et les besoins de stockage peuvent être facilités en déployant un nombre de plus en plus grand de disques. Cependant avec l'évolution technologique, les moyens établis de stockage (disques durs) montrent une capacité

croissante, de sorte que les dispositifs de la taille limitée enregistrent de plus en plus de données.

La plupart *des fournisseurs de Cloud* offrent des régimes d'évaluation orientés séparés des consommateurs et des clients professionnels. Amazon fait figure d'exception (où le prix est fonction du volume, nous avons une courbe hyperbolique c'est « *le Blockrate pricing model* »). Le système de prix de tous les fournisseurs sont formulés à travers un ensemble de tranches (*brackets*) de capacité et un prix fixe pour chaque tranche (c'est ce que nous appelons le modèle de prix en paquets : *Bundling pricing model*). La courbe résultante en prix unitaire est une courbe par morceaux hyperboliques. Nous pouvons voir ces modèles de prix dans la figure qui suit.



Source : Naldi (2014).

### Figure 20 : Les modèles de prix

Concernant *le coût de stockage* ; une firme a besoin de stocker ses données, pour cela elle doit choisir, soit posséder sa propre infrastructure, soit la louer chez un fournisseur de nuage. Lorsque nous louons l'espace de stockage chez un fournisseur de nuage, la firme ne reçoit pas de bénéfice direct de l'enregistrement des données, mais paye plutôt le fournisseur de nuage pour le service de stockage. Elle obtient des produits qui proviennent de l'usage des données stockées sur le CC pour fournir des services à ses consommateurs.

De même, le *data center* directement possédé par une firme est un centre de coût (nous supposons qu'il est utilisé pour les données de la firme seulement). Il ne fournit ni des services de stockage à d'autres parties, ni des produits directs obtenus de la vente des services qui utilisent ces données, comme dans la solution en termes de CC. Si la vente de service ne se fonde pas sur la propriété de l'infrastructure, les services vendus quand les données demeurent sur le Cloud ou dans le *data center* de la firme sont exactement les mêmes. Naldi et Mastroeni (2014) comparent alors les coûts engagés plutôt que les produits et les coûts.

La seule exception est liée à la propriété de l'infrastructure de stockage, qui a une valeur. Dans le cas du CC, la firme ne possède pas l'infrastructure et ne peut pas exploiter cette valeur. Si la firme possède un *data center*, elle peut vendre de l'espace de stockage sur le marché secondaire (Naldi et Mastroeni, 2014).

Autre coût important, quand une firme possède son infrastructure de stockage concerne *l'achat de disques durs*. Nous achetons des disques durs pour satisfaire les besoins de stockage croissants et pour changer les disques durs amortis. Donc il y a le prix des disques et le taux de disques amortis. Naldi et Mastroeni (2014) ont conclu que le futur prix de stockage du Cloud refléterait l'évolution à la baisse des disques durs.

Le projet est représenté par l'ensemble de ses mouvements de trésorerie : les produits sont les mouvements de trésorerie positifs alors que les charges sont les négatifs. Un projet est alors profitable si sa VAN est positive de sorte que les produits (revenus) généraux dépassent les coûts. D'ailleurs, plus la VAN est grande, meilleur est le projet (Naldi et Mastroeni, 2014).

Naldi et Mastroeni (2014), fondent leur analyse sur deux critères de décision qui devraient aider une firme en déterminant laquelle des deux solutions est profitable. Mais il y a des faits qui se rapportent au contrat à terme et nous ne pouvons que faire des prévisions concernant ces derniers comme les conditions de stockage, la taille de disques durs, le prix de disques durs et le prix du nuage. La décision prise pour l'une ou l'autre solution se fonde sur la mesure totale du différentiel de la valeur actuelle nette (*DNPI*). Mais ces faits peuvent mener à des différentiels de la valeur actuelle nette (*DNPI*) de signes différents de ce que la mesure totale prévoit. Dans ce cas la firme risque une perte d'opportunité et prendra la mauvaise décision.

Selon Naldi et Mastroeni (2014) si le différentiel de la valeur actuelle nette (*DNPV*) est supérieur à 0 alors la firme va opter pour une solution de stockage interne et pour une solution de nuage autrement. Si le différentiel de la valeur actuelle nette (*DNPV*) est inférieur à 0, alors la firme va opter pour une solution de nuage, autrement dit, une solution d'*outsourcing* et donc pas pour une solution de stockage interne. La formule du *DNPV* dans notre cas est la suivante :

$$DNPV = NPV_{Buy} - NPV_{Lease}$$

Nous pouvons conclure cette section en disant que les leaders de TI sont impliqués et poursuivent diverses initiatives pour l'économie d'énergie dans le développement de l'infrastructure de TI. Les fournisseurs de CC cherchent à augmenter le rendement de l'utilisation d'énergie pour que tout ceci se traduit en marges bénéficiaires accrues. Nous assistons à une industrialisation et développement de cette nouvelle partie de l'industrie des TIC qui affectera l'accroissement du rendement de l'utilisation d'énergie continuellement. De plus, avec le CC il y a une diminution du personnel et des usagers des ressources informatiques du personnel des TI. Il y a également, une réduction de la période de développement et de la commercialisation de nouveaux produits. L'adoption de la technologie du CC pourrait aider à atténuer les coûts et les risques en même temps.

Après avoir examiné quelques éléments relatifs à la dynamique d'adoption du CC par les firmes et l'importance de tenir compte de l'ensemble des coûts actualisés, il convient également de se poser les questions relatives aux consommateurs. En effet, l'adoption des entreprises pourrait être fortement liée à celle des consommateurs (clients). Ces derniers semblent surtout craindre les aspects relatifs à la sécurité. C'est pour cette raison, que nous nous sommes lancés dans une modélisation de cette situation afin de comprendre sous quelles conditions, la perception des consommateurs de la sécurité du Cloud affecte-t-elle les dynamiques d'adoption du CC? Cette dernière section de ce chapitre sera présentée sous forme d'un article qui est soumis actuellement à une revue.

## **4.5. Une modélisation micro-économique de la décision d'adoption du CC de la part des consommateurs**

Dans cette partie nous proposons un modèle théorique expliquant la décision d'adoption du CC par les consommateurs. Ce travail a été effectué sous forme d'un article scientifique qui a été co-signé avec Madame Chéma Abderrazak. De manière générale, cet article nous permet d'identifier sous quelles conditions les consommateurs adopteront le CC en fonction des critères de confiance et de stratégies des entreprises. L'article est présenté dans la version originale en langue anglaise.

### **4.5.1. Introduction**

The introduction of a general purpose technology can provide a fundamental contribution to promote growth and competition, and it can help the economy to recover from a severe downturn as the current one, (Etro, 2009). Indeed, Cloud Computing represents a radical change in the way of thinking of the computing (information technologies TI), a change which already occurred or is imminent all around the world integer. Several competing definitions exist nowadays describing the scope and the aims of CC. According to Jaeger et al. (2008) it as a “*computing platform that is able to dynamically provide, configure and reconfigure servers to address a wide range of needs, ranging from scientific research to e-commerce*”. Sultan (2014) asserts that “*Cloud Computing is underpinned by two main technologies: virtualization and grid computing. Virtualization can be described as an approach for pooling and sharing technology resources to ensure greater efficiency of resources utilization. For example, virtualization can be used to take a single physical asset (e.g., server, storage device or network) and make it operate as if it were many separate, smaller assets...Grid computing is the technology that involves the use of software to combine the computational power of many different (and possibly geographically dispersed) computers connected in a grid in order to provide enhanced computer processing power...*” The European Union adopts a broader definition in its recent report and explains the CC as an elastic execution environment of resources involving multiple stakeholders and providing a metered service at multiple granularities for a specified level of quality (of service) (A.D. Helvacioğlu Kuyucu, 2011).

Cloud Computing doesn't have the expected success in term of consumers' subscriptions and use of such a structure. The main reason of this fail can be explained by security problems. Personal data protection for firms and consumers is the main problem of the CC security. Indeed security has become an important aspect of digital services provided over the Internet. Over the past few years data breaches have adversely affected both providers and users. For example, Sony's PlayStation network was compromised in 2011 and 77 million users had their personal information stolen. The service was shut down from April 20 to May 15 and cost Sony \$171 million. Furthermore, Sony was fined by multiple governments and the incident damaged the PlayStation Network brand. Security vulnerability in Apple's iCloud was exposed in the fall of 2012. The Apple iCloud was exploited using social engineering; the attacker contacted Apple's customer service and used easily acquired information to gain control of the iCloud account (Liu and al. 2015). Surveys on cloud security (Phaphoom and al. 2013; Subashini and Kavitha, 2011) have identified security issues associated with cloud service models, architectural layers, and the technology underlying the cloud. The Cloud Security Alliance has determined main threats, including insecure interfaces, malicious insiders, shared technology vulnerabilities, data loss and data leakage, and service hacking (Cloud Security Alliance, 2010). In appropriate mechanisms for physical access control, authentication, and authorization account for many of such incidents. In the public cloud, however, many of these critical mechanisms fall under the sole control of a provider (often this boils down to a matter of trust as well (Phaphoom and al. 2012).

Unsurprisingly, many potential customers are reluctant to give up this control. In fact, CC is something new for consumers who have to construct their proper perception of CC and adjust it regularly after seeing the impacts of such a storage way in term of security.

In this paper, we are interested with the reasons of the lack of consumers' use of CC taking into account consumers' security perceptions. We consider two firms providing CC services in a given market. One firm offers the higher quality in term of security then the other one. We develop a two stages game where the two firms compete in quality at the first stage and in price at second stage. The main results are the following. First, we show that consumers' security perceptions impact on price and

quality competition even if firms do not change prices or qualities. Secondly, we show that consumers' perceptions play an important role in the penetration of the cloud. We conclude by given some regulatory recommendation to improve consumers' confidence and to have a better penetration of the cloud.

The remainder of this paper is organized as follows. Section 2 presents our model and the main hypotheses. Section 3 derives prices equilibrium. Section 4 discusses quality profits equilibrium and its link with consumers' security perceptions. Finally, Section 5 presents the regulatory instruments that can be used to increase consumers' security perception of the Cloud. Section 6 concludes.

#### 4.5.2 The structure of the model

In this section, we present the main assumptions of the model.

##### *Firms' behavior*

In this work, the market is composed by two firms F1 and F2, each one offering a cloud service to consumers. We suppose that F1 offers the low quality service in term of security and rapidity whereas F2 provides the high quality one. Firm F1 offers its low quality cloud computing service of quality  $q_{F1}$  at price  $p_{F1}$  whereas, F2 sells its cloud computing service of quality  $q_{F2}$  at price  $p_{F2}$ .

We suppose that the firms F1 and F2 do not produce their own storage spaces, they buy it from cloud providers. We suppose therefore, that the firms F1 and F2 can choose to buy storage space between two cloud providers CP1 and CP2. Each firm F1 and F2 interacts with only one cloud provider. The cloud provider CP1 offers the low quality storage space with quality  $q_1$  at price  $p_1$ , CP2 gives high quality storage space with quality  $q_2$  at price  $p_2$ .

We assume that the quality levels should follow the following condition:  $q_{Fi} \in [0, +\infty[$  where  $i = 1, 2$ . We suppose that firms F1 and F2 have fixed costs on quality of the cloud storage. Indeed, each firm spends money to increase its quality security of the data stored. Hence, firm  $F_i$  ( $i=1,2$ ) has a fixed cost  $C(q_{Fi})$ . We suppose that this cost is convex and increasing in  $q_{Fi}$ . Following Ronnen (1991), we

assume that  $C(0) = C'(0) = 0$ ;  $C'(q_{Fi}) > 0$ ;  $C''(q_{Fi}) \geq 0$ ,  $C'''(q_{Fi}) \geq 0$  for  $q_{Fi} > 0$  and  $\lim_{\infty} C'(q_{Fi}) = \infty$ . **For more simplicity, we take**

$$C(q_{F1}) = \beta q_{F1}^2 \text{ and } C(q_{F2}) = \beta q_{F2}^2 \text{ where } \beta > 0.$$

### Consumers' behavior

We assume that the consumers are aware of the importance of the security of the storage of their data, in the sense that they all prefer the most secure process if they have the choice between several "security qualities" when the products are sold at same price. Thus, a vertical differentiation model seems to correspond to our situation. In this model, all consumers buy almost one unit of the product. The consumers are identified by a taste parameter  $\theta$  for the security quality. We assume that  $\theta$  is uniformly distributed on  $[0,1]$ .

Each consumer buy at most one unit of good  $i$  and derives utility  $\theta q_{Fi}$  from the storage of the good with quality  $q_{Fi}$  ( $i=1,2$ ). The consumers pay  $p_{Fi}$  for security quality  $q_{Fi}$  ( $i = 1,2$ ).

We define, consumers' quality confidence  $\alpha_{Fi} q_{Fi}$  with the quality proposed by firm  $i$  ( $i=1,2$ ). Indeed, the concept of cloud computing and storage makes the consumers afraid from the security and the confidentiality of their data storage. This situation affects consumers' quality perception and the real qualities offered by the firms are distorted by consumers' quality perception. We can consider three cases:

$\alpha_{Fi} = 1$ : In this case there isn't any cloud in the market and consumers don't have any quality perception. We will consider this case as a benchmark model.

$\alpha_{Fi} < 1$ : In this situation, consumers are not in confidence with the confidentiality of their data storage.

$\alpha_{Fi} > 1$ : Consumers are in confidence with the security of their data storage when dealing with firm  $i$  ( $i=1,2$ ).

We assume that  $\alpha_{F1} < \alpha_{F2}$  since firm 1 offers the low security quality and F2 offers the higher one.

We consider as Mussa and Rosen (1978) that the indirect utility of a consumer of type  $\theta$  storing data from firm  $F_i$  ( $i=1,2$ ) with perceived quality  $\alpha_{F_i}q_{F_i}$  and price  $p_{F_i}$ , is given by:

$$U(q_{F_i}, p_{F_i}; \alpha_{F_i}, \theta) = \theta \alpha_{F_i} q_{F_i} - p_{F_i} \text{ where } i = 1, 2$$

We let the taste parameter be  $\tilde{\theta}$ , which presumes that the consumer is indifferent between the high or low security cloud computing qualities. We have

$$\tilde{\theta} = \frac{p_{F_2} - p_{F_1}}{\alpha_{F_2} q_{F_2} - \alpha_{F_1} q_{F_1}}.$$

We assume that the demand is totally covered in this market. Thus, consumers of taste  $\theta \in [\tilde{\theta}, 1]$  buy the cloud computing good of perceived security quality  $\alpha_{F_2} q_{F_2}$ . Consumers with  $\theta \in [0, \tilde{\theta}]$  buy the cloud computing product of perceived quality  $\alpha_{F_1} q_{F_1}$ . Demand functions of low and high security cloud computing firms are thus given by:

$$D_{F_1} = \tilde{\theta} - 0 = \frac{p_{F_2} - p_{F_1}}{\alpha_{F_2} q_{F_2} - \alpha_{F_1} q_{F_1}} \quad (2.1)$$

$$D_{F_2} = 1 - \tilde{\theta} = 1 - \frac{p_{F_2} - p_{F_1}}{\alpha_{F_2} q_{F_2} - \alpha_{F_1} q_{F_1}} \quad (2.2)$$

In the next sections, we will develop a two-stage game. The game is as follows: in the first step, firms  $H$  and  $L$  compete in qualities, and in the second stage, the two firms compete in prices. Firstly, our aim is to find prices and qualities Nash equilibriums conditions. Secondly, we try to analyze how consumers' quality perception can affect this equilibrium. Thirdly, we will give some solutions in term of regulatory instruments.

### 4.5.3. Cloud Computing and price competition

The aim of this section is to derive the Nash cloud computing equilibrium prices on the one hand, and to analyze the link between consumers' quality perceptions and the equilibrium prices levels on the other hand.

#### Equilibrium prices

Firms F1 and F2's profits are respectively given by:

$$\pi_{F1} = (p_{F1} - p_1)D_{F1} - C(q_{F1}) \quad (3.1)$$

$$\pi_{F2} = (p_{F2} - p_2)D_{F2} - C(q_{F2}) \quad (3.2)$$

By calculating the Nash equilibrium, we find the following equilibrium prices<sup>1</sup>:

$$p_{F2}^* = \frac{1}{3} [2p_2 + p_1 + 2(\alpha_{F2}q_{F2} - \alpha_{F1}q_{F1})]$$

$$p_{F1}^* = \frac{1}{3} [2p_1 + p_2 + (\alpha_{F2}q_{F2} - \alpha_{F1}q_{F1})]$$

$$p_{F2}^* - p_{F1}^* = \frac{1}{3} [p_2 - p_1 + (\alpha_{F2}q_{F2} - \alpha_{F1}q_{F1})]$$

These results imply that the difference in equilibrium prices of firms F1 and F2 depends on:

i. The security cloud computing consumers' perceptions

$\Delta\alpha_F q_F = (\alpha_{F2}q_{F2} - \alpha_{F1}q_{F1})$ . Indeed, the more consumers quality perception difference is high and the more the difference in price is high and conversely.

ii. The prices of cloud computing that firms F1 and F2 pays to CP1 and CP2 respectively.

In this paper, we are interested in the parameters that can affect the Nash equilibrium and especially consumers' quality perceptions.

Firms' equilibrium prices, and consumers' security quality perceptions

From the expressions of the equilibrium prices, we can distinguish three different cases:

*Case 1:*  $\alpha_{F1} \leq \alpha_{F2} < 1$

This situation means that consumers think that cloud computing is a “bad” way to store their data in term of security. They are not in confidence with the cloud. The difference in price equilibrium will decrease compared to the benchmark case, and price competition is enhanced due to the lack of confidence towards the security of cloud computing storage.

*Case 2:*  $\alpha_{F1} \geq \alpha_{F2} > 1$

This case is the opposite of case 1: consumers have a high quality security perception towards F1 and F2 and think that cloud computing is a “good” way to store their data in term of security. The difference in price equilibrium will increase compared to the benchmark case, and price competition is relaxed due to consumers' positive way of thinking towards the security of cloud computing storage.

*Case 3:*  $\alpha_{F1} < 1$  and  $\alpha_{F2} > 1$

In this case, consumers are in confidence with quality security of F2 but not with F1. The difference in price equilibrium will increase compared to the benchmark case, and price competition is relaxed. The more  $\alpha_{F2}$  is high and  $\alpha_{F1}$  is low and the more price competition is relaxed and conversely.

Finally, we can first conclude that even if cloud computing firms offer high quality security storage, consumers' quality perceptions have an important weight in the price competition. The more consumers are in confidence with this way of storage and the more price competition is relaxed and conversely. Secondly, even if consumers are in confidence with only one firm, price competition is also relaxed.

#### 4.5.4. Cloud computing and quality competition

##### 4.5.4.1. Qualities Nash equilibrium

We turn now to the first stage of the game where firms F1 and F2 compete in qualities.

Firms F1 and F2 profit equilibrium are given by:

$$\tilde{\pi}_{F1} = \frac{1}{9} \left[ \Delta\alpha_F q_F + 2(p_2 - p_1) + \frac{(p_2 - p_1)^2}{\Delta\alpha_F q_F} \right] - \beta q_{F1}^2$$
$$\tilde{\pi}_{F2} = \frac{1}{9} \left[ 4\Delta\alpha_F q_F + 4(p_1 - p_2) + \frac{(p_1 - p_2)^2}{\Delta\alpha_F q_F} \right] - \beta q_{F2}^2$$

We demonstrate in the appendix 2 that there exists a unique quality equilibrium couple  $(q_{F1}^*, q_{F2}^*)$  which depends on the consumers' security quality perception.

##### 4.5.4.2. Firms' profits and consumers' security perception

The expressions of firms F1 and F2 profits equilibrium show that when choosing quality firms are in face of two mains considerations. The first one is the location of quality space taking into account the cost of providing quality for a given distance from the rival's quality. The second is the effect of a change in quality on price competition. And the third one, is the effect of consumers security perception towards the cloud storage. In this section, we are interested with the last point. We wish to study the links between consumers' quality perception and the firms' profits. We are especially interested by the case where we have  $-\alpha_{F1} \leq \alpha_{F2} \leq 1$

$$\frac{\partial \tilde{\pi}_{F1}}{\partial \alpha_{F1}} = \frac{1}{9} q_{F1} \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^2} - 1 \right] > 0 \quad (4.1)$$

$$\frac{\partial \tilde{\pi}_{F1}}{\partial \alpha_{F2}} = \frac{1}{9} q_{F2} \left[ 1 - \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^2} \right] < 0 \quad (4.2)$$

$$\frac{\partial \tilde{\pi}_{F2}}{\partial \alpha_{F2}} = \frac{1}{9} q_{F2} \left[ 4 - \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^2} \right] > 0 \quad (4.3)$$

$$\frac{\partial \tilde{\pi}_{F2}}{\partial \alpha_{F1}} = \frac{1}{9} q_{F1} \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^2} - 4 \right] < 0 \quad (4.4)$$

$$\frac{\partial^2 \tilde{\pi}_{F1}}{\partial \alpha_{F1} \partial \alpha_{F2}} = -\frac{2}{9} q_{F2} q_{F1} \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^3} \right] < 0 \quad (4.5)$$

$$\frac{\partial^2 \tilde{\pi}_{F2}}{\partial \alpha_{F1} \partial \alpha_{F2}} = -\frac{2}{9} q_{F2} q_{F1} \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^3} \right] < 0 \quad (4.6)$$

From expressions (4.1) and (4.3), we can deduce that the more consumers are in confidence with the cloud, the more their quality perception parameter is high and the more the profits of firms F1 and F2 are high. Even without increasing their respective qualities firms F1 and F2 can see their profits increase if consumers have a high quality perception of the cloud.

From expressions (4.2) and (4.4), we can deduce that the more consumers are in confidence with the security storage of one firm and the more the profit of the other firm will decrease and conversely. This case implies that firms F1 and F2 have to act to increase consumers' security perceptions in order to increase their profits.

Expressions (4.5) and (4.6) show that when the consumers security perception towards firm F1 and F2 increase simultaneously then the profits of the firms F1 and F2 will decrease because the competition is enhanced.

Finally, we can conclude that firms can adjust price and quality depending on consumers' security perception. Indeed, consumers' security perceptions towards cloud can impact positively or negatively on firms' profits even if firms don't increase their quality. Consumers' quality security perceptions have an important role in the penetration of the cloud product. Firms need to increase the consumers' security perceptions towards regulatory instruments, which is the aim of the next section.

#### **4.5.5. Regulatory instruments to increase consumers' Cloud**

##### **Computing security perception**

We show in this article that consumers' quality perceptions can explain the lack of CC subscriptions. In this section, we discuss some regulatory effects on consumers' confidence toward such a storage way. Quality security perception touches consumers' psychological behavior in front the decision to adopt the CC. We are asking about the ways to modify this perception in long term. We can classify two main actions to increase consumers' CC confidence: Computing devices and education.

Consumers don't know how their private life data are used by a given firm in the net. It is also impossible for him to know the consequences of his data divulgation by the firm in the future. If the consumer is more informed about the nature of the data collected and the manner of their use, he will then have a new behavior in front of the divulgation of his private data. In this concern, European Parliament has proposed in 2009, "Privacy by design", a regulation way to increase consumers information, (Rallet and al. 2015) and consumers perception of security quality. "Privacy by design" allows protection of personal data and privacy with computing devices used by consumers, (Rallet and Rochelandet, 2015). Organizations talking about cloud security are actually more concerned about having their own control (something like a private cloud) than any other serious issue (Payton, 2010). Cloud security is good as risk gets minimized due to authentication and encryption (Jain, 2011; Mahesh and al. 2011). Security is heightened by, for example, monitoring activities, tracking transactions, providing selective access to users, and utilizing strong password. Sultan (2011) reported that 75% of the CIOs reporting in his study are concerned about cloud security and argues that Google does not encrypt data on their servers (Sultan, 2011). On the other hand, Sultan (2011) also states that 66% of USB drives are lost; hence

the cloud is more secure. Installation of security patches can be avoided thereby saving days and months. There may be some flexibility depending on the cloud solution chosen, for example, Google Apps allows certain users to specify the location of data storage to meet the Federal guidelines (Mahesh and al. 2011). Enhanced security is possible due to economies of scale as well as affordability of excellent security experts (Neves and al. 2011). Though data security is the main issue for SMBs, they are still adopting public clouds because a public cloud provides standard services at affordable cost (Li and al. 2011).

The availability of secure e-banking (online banking) functionality is driving the growth of e-banking as it is very easy to use now by typical consumers, enhancing their convenience of getting their routine financial chores done from home rather than visiting an ATM (Featherman and al. 2010; Jahangir and Begum, 2007; Lallmahamood, 2007). Online shopping through Internet is gaining attention due to high security and ease of use (Yuliharsi and al. 2011). For international travellers, due to their confidence about security, internet is extremely easy to use, while traveling to different countries, thereby improving their accessibility to entertainment needs (Ryan and Rao, 2008). The individual motivation for bringing your own device (BYOD) into the workplace is arising due to privacy and data security. But, at the same time, it is enhancing the convenience of accessing the office emails on their own devices, rather than using the officially provided cumbersome laptops (Gupta and al. 2013). This increases the performance of the employees (Chigona and al. 2012).

Security directly contributes to the reliability of the system. A reliable software system is a system with reliable security. Hence, designing a highly secure cloud system is very important (Burtescu, 2010; Hanmer and al. 2007), to enhance consumer perceptions, and therefore affect Cloud Computing penetration.

Some authors criticize the regulation through “privacy by design” in two points. First, due to consumers’ heterogeneity (Rallet and Rochelandet, 2015) this way of personal data protection can’t have success if consumers are not educated. We need to switch to a new behavior norm through education in long term. Second, “privacy by design”

is based on computing tools<sup>46</sup> that can make the data storage not “private” (Rallet and Rochelandet, 2015) if consumers are not educated. They propose a new form of regulation called “privacy by using”<sup>47</sup> (Rallet and Rochelandet, 2015) which is a mix between “privacy by design” and continuous education. It is a regulation in long term and it permits to define a new privacy data norm. Indeed, if the consumer has more information about the nature of the data collected and their use, he will be able to define his behavior in term privacy data. Consequently, “privacy by using” will have a double purpose: increase education through redefining a new norm that will dictate a new behavior, and decreasing consumers’ cost of the lack of information. Regulation through “privacy by using” can then increase consumers quality perceptions in long term by education and use of cloud computing.

In this section, we are interested with the reasons of the slow “take off” in term of consumers’ CC adoption. First we assume a vertical differentiation model where consumers builds their own confidence parameter towards CC. Second we consider two firms providing cloud computing services in a given market. One firm offers the higher quality in term of security then the other one. We develop a two stages game where the two firms compete in security quality at the first stage and in price at second stage. The main results are the following. First, we show that consumers’ security perceptions impact on price and quality competition even if firms do not change prices or qualities. Secondly, we show that consumers’ perceptions play an important role in the penetration of the cloud. We conclude that regulation through “privacy by using” is a good way to improve consumers’ quality security perception. “Privacy by using” has a double purpose: increase education redefine a new behavior, and decrease consumers’ lack of information cost. Regulation through “privacy by using” can then increase consumers quality perceptions in long term by education and use of cloud computing.

---

<sup>46</sup> PET: Privacy Enhancing Technologies, these technologies enhancing protection of privacy. The idea of PETs and Privacy by Design was born from the sense that legal regulations could not cope alone with the growing problems of privacy, (Rallet and al. 2015).

<sup>47</sup> Privacy by using adds to PET a new computing device called TET: Transparency Enhancing Technologies, it’s a technological tool that provides as intelligible and accurately as possible to the user of an online service for information on the collection, storage, processing, use and sharing of their data, or from the service provider 's statements (Privacy Bird et Privacyscore, for example), or by collection from third parties such information (Prime Life Privacy Dashboard, Collusion, Web of Trust, etc.) (Janic and al. 2013). The TETs as the PETs can be set by users themselves (wanting to preserve their privacy), by operators (whose objective may be to increase the confidence of their customers) or by third parties (like the fight against spam tools set up by the Providers) (Rallet and al. 2015).

## 4.6. Conclusion

L'objet de ce chapitre a consisté à analyser les dynamiques d'adoption du CC par les firmes et les consommateurs. Pour ce faire nous nous sommes attelés à présenter les théories relatives à l'adoption des TIC et à montrer en quoi et comment ces théories constituent des fondements importants de notre analyse. L'analyse coûts-bénéfices constitue un préalable important pour les entreprises afin de décider de l'adoption ou non du CC. Autrement dit, nous avons analysé les coûts d'un projet en matière de CC et les bénéfices potentiels qui en résultent. Cette analyse conditionne l'adoption du CC.

La comparaison entre la technologie traditionnelle et la technologie Cloud conditionne également la décision de migration ou non vers le CC. Nous avons pu démontré que la technologie traditionnelle comporte des charges assez importantes comparées à la nouvelle technologie (CC). Au niveau du CC il n'y a que les frais d'exploitation (nous payons le service offert et la maintenance). La technologie traditionnelle est fondée sur la vente de licences et de paiement de frais annuels de maintenance. Ce changement remet également en cause le modèle de distribution en facilitant la montée en puissance de la vente directe au détriment des forces commerciales traditionnelles (Hintermann, 2010).

Notre analyse a permis de montrer que le Cloud est davantage profitable pour les PME que pour les grandes firmes. En effet, en ce qui concerne les PME et dans certains cas, le paiement à l'usage leur est profitable. Les grandes firmes possèdent davantage de ressources financières et peuvent se permettre de prendre en charge en interne les frais associés aux TI. Pour les grandes firmes, les risques peuvent être supérieurs aux profits à l'heure actuelle. Notre analyse nous a permis de considérer les divers critères de décision relatifs à la migration ou non-migration vers le CC. En effet, les critères de décision que nous avons analysés nous permettent de décider d'investir ou non et d'adopter ou ne pas adopter la solution CC. Ces éléments d'analyse influencent la dynamique d'adoption du CC par les firmes.

Notre analyse a mis l'accent sur le fait que l'adoption du CC par des firmes est fortement liée à son adoption par les consommateurs. En effet, la perception des consommateurs joue un rôle important dans la pénétration du Cloud. La perception

des consommateurs conditionne l'usage et les stratégies des firmes. A cet égard il nous a semblé important de proposer une nouvelle forme de régulation que Rallet et Rochelandet (2015) appellent « *Privacy by Using* ». Cette dernière a un double objectif, d'abord, éduquer les consommateurs à travers de nouvelles normes lesquelles dictent de nouveaux comportements. Ensuite, diminuer le coût du manque d'information des consommateurs. A travers le « *Privacy by Using* » nous pouvons augmenter la perception de la qualité des consommateurs à long terme par l'éducation et l'usage du CC.

La partie qui suit constitue un apport personnel dans le sens où à la suite d'une enquête réalisée en Tunisie auprès de 350 firmes Tunisiennes concernant la décision d'adoption du CC, nous avons pu publier deux articles. Dans le premier nous avons étudié l'adoption du CC dans les pays émergents et nous avons mis l'accent sur le rôle de la capacité d'absorption (CA). Dans le deuxième, nous mettons l'accent sur le rôle crucial que jouent les compétences en TIC dans le processus d'adoption de l'innovation. Autrement dit, l'importance des compétences en TIC dans l'adoption du CC.

## **Partie III**

# **Les déterminants de l'adoption du CC : Le rôle de la capacité d'absorption technologique et du changement organisationnel**

## **Chapitre 5**

### **L'adoption du Cloud Computing dans les pays émergents : le rôle de la capacité d'absorption**

#### **5.1. Introduction**

Ce chapitre s'appuie sur un article publié dans la revue *Système d'Information et de Management (SIM)*, réalisé en collaboration avec Adel Ben Youssef et Walid Hadhri. L'objet de ce chapitre consiste à comprendre la décision d'adoption du CC dans les pays émergents en soulignant le rôle spécifique de la capacité d'absorption technologique. Nous avons cherché à comprendre les principaux déterminants d'adoption du CC par les firmes des pays émergents de manière générale et de souligner la capacité d'absorption technologique de manière plus particulière.

Dans l'analyse des déterminants de l'adoption des TIC l'organisation interne de la firme et ses mécanismes d'apprentissages collectifs sont faiblement considérés. Nous avons essayé de comprendre l'existence d'un tel lien - entre l'adoption du CC et l'organisation interne de la firme - compte tenu de son importance dans le contexte des pays émergents. La littérature économique a permis de souligner la faiblesse de l'adoption non-coordonnée des TIC et des pratiques organisationnelles par les firmes des pays émergents. Ceci est due à des faiblesses structurelles liées à leur gestion et gouvernance pouvant conduire à un manque de complémentarité entre les TI et les pratiques organisationnelles et par conséquent un faible effet global sur la performance des entreprises (dans certains cas la désorganisation est soulignée).

Notre contribution porte, d'un point de vue analytique, sur la réhabilitation de trois modèles alternatifs expliquant la Capacité d'Absorption Technologique (CAT) : celui de Cohen et Levinthal (1989), celui de Zahra et Georges (2002) et un modèle qui essaye de concilier les deux à savoir celui de Todorova et Durisin (2007). Nous avons

adopté un modèle redéfini et inspiré de la CAT de Todorava et Durisin (2007) car il nous a semblé s'appliquer davantage aux pays émergents.

Pour ce qui est de la méthodologie employée, nous avons procédé à un modèle en deux étapes. Dans la première étape nous avons commencé par étudier la décision d'adoption du CC. Et dans la deuxième étape, le modèle d'adoption du CC à des fins d'innovation en se basant sur un modèle Probit ordonné pour les firmes qui ont déjà adopté le CC.

Les résultats de notre travail peuvent être résumés de la manière suivante :

- (i) Le CC est considéré comme une technologie qui peut fournir des avantages radicaux et réduire l'avantage concurrentiel de la firme existante. Le principal moteur de l'adoption du CC est d'ordre financier, c'est la réduction des coûts.
- (ii) L'effet de la CAT est faible, cela s'explique par le fait que la probabilité d'adoption augmente à mesure que la proportion de travail en TI augmente dans l'entreprise.
- (iii) Les compétences des managers de TI ne jouent pas un rôle important.
- (iv) L'effet de rang est confirmé, en effet l'adoption du CC dépend de la taille de la firme.
- (v) La probabilité d'adoption augmente à mesure que l'adoption du CC par les concurrents augmente.
- (vi) La perception de la technologie joue un rôle moindre quand il s'agit de l'innovation.
- (vii) L'argument de la CAT est confirmé, en effet les variables considérées qui reflètent la CAT de la firme sont significatives.

De manière générale nos résultats montrent que le mécanisme d'adoption ne dépend pas généralement de la CAT des TI, en revanche en matière d'innovation la CAT joue un rôle primordial. Nos résultats montrent également que dans le cas de la Tunisie la non adoption est due à un manque de compétences adéquates en matière de TIC. Nous proposons à présent l'article dans son intégralité en anglais.

## ***Adoption of Cloud Computing in Emerging Countries: The Role of the Absorptive Capacity***

One of the most important differences between Developed Country (DC) firms and Emerging Country (EC) firms is their ability (on average) to innovate and to invest in the acquisition of new technologies. There may be several constraints to the ability of ECs to innovate and to adopt new technologies including lack of human capital, lack of financial resources, and weak science and technology system. However, EC firms' adoption of disruptive technologies can be faster than their earlier adoption by DC firms, because EC firms can exploit catching-up and leapfrogging tactics. EC firms seek opportunities to modernize their business and to improve their performance at lower cost.

Cloud Computing (CC) is a novel paradigm in computing and can be considered a disruptive technology<sup>48</sup> leading to paradigmatic changes both inside and outside the firm (Voas and Zhang, 2009; Marston et al. 2011; Sultan, 2013). CC is defined as “*a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g. networks, servers, storage, applications, and services) that can rapidly provisioned and released with minimal management effort or service providers' interaction*” (Li et al. 2011). CC is associated with an increase in the use of new software applications and solutions, and enables implementation of innovations at a price relative to their real benefits. For example, CC allows new sales management processes, new marketing channels, and access to new geographic markets, and increases collaboration with external partners.

From an analytical perspective, the adoption of CC as a new technology in the context of ECs involves two distinct strands in the literature.

The first strand explores the determinants of CC adoption in ECs. There is a fairly large literature showing how the classical determinants such as firm characteristics (firm size and age), the firm's environment (trading partners and competitive

---

<sup>48</sup>A disruptive technology is a combination of existing and new technologies which can be used in innovative ways to change technological services or product paradigms (Ganguly et al., 2010).

pressure), human factors (CIO innovativeness, IT skills), and technological factors (relative advantage and compatibility) are correlated with the CC adoption decision (Lumsden and Gutierrez, 2013; Alsanea and Wainwright, 2014; Gupta et al. 2013; Tehrani and Shirazi, 2013). At the same time, several contributions highlight how several barriers such as bandwidth, mobility, fear of losing control, security, privacy, data protection, lack of CC business brokers, and unawareness which may lower the rate of adoption (Géczy et al. 2012; Oliveira et al. 2014, Phaphoom et al. 2015).

Most works analyze the decision to adopt CC without considering either the disruptive nature of the technology or the potential radical changes and their impact on the firm's internal organization. The adoption and use of CC tends to differ from the adoption and use of previous information technologies (IT) especially in the context of EC. According to Tiers et al. (2013), CC induces four complementary disruptions in the firm: technical disruption, market disruption, human disruption, and security disruption, and important changes to firm behavior. The adoption decision needs to take account of all these disruptive effects and can be evaluated negatively in the context of ECs. Moreover, this literature does not differentiate among the reasons for adopting CC and mostly overlook the specific role of absorptive capacity (ACAP).

The second literature strand points to the special role of technological absorptive capacity in IT adoption. Absorptive capacity (ACAP) is the capability to recognize the value of new knowledge, to assimilate the new knowledge, and to apply it for commercial ends. The concept of ACAP has been widely used in the context of innovation (Tsai, 2001; Meeus et al. 2001) and in relation to IT (Boynton and Zmud, 1994; Ja-Shen Chen et al. 2004; Harrington and Guimaraes, 2005). There is a vast body of work on the key role of absorptive capacity in the process of adoption of IT, but few studies of how the adoption of CC depends on existing technological ACAP and how it affects the firm's innovation activity.<sup>49</sup> There is some evidence that CC is increasing the propensity in EC firms to innovate and to adopt newer innovations at lower cost.

Understanding the link between the adoption of CC and the firm's internal organization is crucial in the context of ECs. Uncoordinated adoption of IT and

---

<sup>49</sup>E.g., Xu (2012) shows that CC can facilitate cloud manufacturing and could change the boundaries between certain economic sectors.

organizational practices by EC firms can lead to lack of complementarities between IT and organizational practices, and an overall weak effect on firm performance due to structural weaknesses related to the firm's management and governance. In some cases, an anarchistic adoption process can lead to internal “disorganization” and a decrease in the firm's structural competitiveness (Knights and Vudurbakis, 2005). Thus, the adoption and use of CC tends to differ from previous adoption of IT. To our knowledge, few academic works propose an analytical framework for the adoption of CC in the context of ECs, and the specific role of absorptive capacity in the process of its adoption especially if innovation seeking.

This paper addresses these issues and develops a theoretical framework to explain the CC adoption decision in ECs. It emphasizes the specific role of technological ACAP especially when the firm is seeking to innovate by adopting CC. The concept of ACAP considered in this work is in line with Todorova and Durisin (2007) who propose a framework linking the contributions of Cohen and Levinthal (1989) and Zahra and George (2002).

Our methodological approach relies to similar works conducted by Tehrani and Shirazi (2013) and Phaphoom et al. (2015) and uses the probabilistic models in order to model the decision of adoption of CC. We test our theoretical predictions based on data derived from a questionnaire administered face-to-face to a random sample of 350 Tunisian firms. We estimate two models predicting the probability of adopting CC for general purposes (especially to increase competitiveness) and adopting CC for innovative aims, taking account of competitive pressure and the firm's external environment, perceived technological impacts, and the firm's technological ACAP. We include control variables for firm size, sector of activity and age. We employ a bivariate probit model to analyze the determinants of the decision to adopt CC, and an ordered probit model with sample selection in order to understand the determinants of CC adoption for innovative aims.

The rest of the paper is structured as follows. Section 2 proposes our analytical framework and main hypotheses. Section 3 presents the sample and the econometric models. Section 4 discusses the econometric results and discusses some limitations of our study. Section 5 concludes.

## **5.2. Adoption of CC in Emerging Countries: the specific role of firms' technological absorptive capacity**

This section reviews the arguments for adopting CC, focusing especially on the motive of innovation in the context of ECs, formulates our main hypotheses and presents our proposed model.

Our analytical work relies on a Technology-Organization-Environment (TOE) framework, which it extends by including the firm's ACAP as a main component of the firm's internal organization. Studies employing the TOE theoretical framework have explored how CC is adopted.<sup>50</sup> According to Backer (2011), there are three groups of factors affecting the adoption of technological innovations: Technological factors (perceived characteristics of the technological innovation), Organizational factors (internal firm characteristics) and Environmental factors (characteristics of the firm's external environment) ones. We suggest that these three components vary widely between the DC and the EC contexts.

### **5.2.1.Environment: competition pressure, Internet connection and CC adoption**

The adoption of new technology is sensitive to the firm's interactions and external environment. The decision to adopt a new technology is encouraged by environmental pressure (DiMaggio and Powell, 1983). As the number of adopters increases the incentives for non-adopters to imitate their behavior also increase (Tolbert and Zucker, 1983).

The firm's external environment includes various physical characteristics such as public utilities provision, the local labor market, Internet connection quality, and value chain actors (competitors, sub-contractors, clients, customers, etc.). The external environment differs greatly between ECs and DCs. For example, the physical characteristics such as Internet connection, public utilities, etc. are of lower quality and less available. Also, it is generally acknowledged that EC markets are less

---

<sup>50</sup> Alternative theories such as Technological Acceptance Model (TAM) or the Theory of Diffusion of Innovation (DOI) (Zhu et al. 2006), can be used to explain CC adoption. But these analytical frameworks do not allow including the absorptive capacity since they are mostly focused on Technological and Human Factors.

competitive, that is, competition is less intense. All these differences have an impact on the decision to adopt CC.

Tiers et al. (2012) propose a framework for CC adoption. They consider that the adoption decision depends heavily on the external environment especially users and competitors. Therefore, competitive pressure is considered to be positively correlated to the adoption of CC (Lumsden and Gutierrez, 2013; Tiers et al. 2013; Low et al. 2011, Mohamed et al. 2009). More generally, Pan and Jang (2008) suggest that pressure from business partners is a major determinant of the adoption and use of IT.

Most ECs are characterized by inefficiencies and coordination problems. CC can contribute to resolving these problems and improving the entire economic system. Low et al. (2011) highlight the advantages of CC adoption in the context of ECs pointing out that it improves the speed of business communications, resolves coordination problems among firms, improves communication with customers and facilitates access to market information. CC allows the sharing of common applications and hardware. It can promote the creation of new products and services, and increase the efficiency of networks (productive system), increase added value and allow the sharing of common inputs. CC can foster “interactive learning” (Lundvall, 1988; Meeus et al. 2001) and contribute to solving coordination problems in ECs.

In relation to the firm's physical environment, the literature mostly agrees that the main problem preventing the adoption of CC in the context of ECs is Internet bandwidth and telecommunication infrastructure. CC is an attractive service if and only if the speed of the Internet guarantees effective use. ECs are not a homogeneous group. In many ECs Internet connection and Internet services are close to DCs standards; in others, the Internet connection is lower quality. Based on those considerations we test two main hypotheses:

*H 1a: Competitive pressure stimulates CC adoption in ECs.*

*H 1b: Internet connection quality affects the CC adoption decision.*

### **5.2.2. Technology: perception of CC and its adoption**

Perception of the technology is widely supposed to be a key driver of the adoption of innovations and new technologies. Several papers show that the perceived advantages and disadvantages of CC can differ substantially between ECs and DCs (Phaphoom et al. 2015; Trivedi, 2013; Morgan and Conboy, 2013, Grobauer et al. 2011). This is due mainly to the profiles of managers and differences in the intensity of competition between ECs and DCs.

CC is associated with several economic advantages which are discussed extensively in the literature. Firstly, CC allows firms to customize their IT services to their specific needs, and thus, to cut costs. Most academic studies discuss the conditions under which the cost-cutting argument can be considered the main driver of adoption (Armbrust et al., 2010; Marston et al., 2011; Rafique et al., 2010). Secondly, CC improves the firm's IT capacity. IT provides greater capacity without the need for more investment in computing infrastructure, memory and storage capacity (no need for dedicated servers). Firms benefit from flexible and quasi-infinite storage space and greater elasticity based on the technical capabilities (data processing speed) of the remote hosts used for CC. Thirdly, CC provides a lower cost service based on pay per use consumption which optimizes the firm's management costs and make related spending on CC an operating expense. The price of the service is calculated based on the firm's effective consumption - similar to charging for gas or electricity consumption. To an extent the firm buys the possibility of data-processing power on demand. Pooling hardware resources optimizes costs compared to having these services delivered. Fourthly, firms obtain access to various applications such as customer relationship management packages, without having to acquire the corresponding licenses. The firm can explore new technological possibilities such as e-commerce, in order to improve its efficiency and innovativeness at reasonable cost.

There is a large and important literature stressing that despite the benefits the perceived advantages are not sufficient to explain the adoption of CC in the context of ECs (Gupta et al. 2013; Lian et al. 2014; Morgan and Conboy, 2013; Li et al. 2012; Low et al. 2011; Lumsden and Gutierrez, 2013, Oliviera et al. 2014). This work shows that the perceived disadvantages can limit the adoption and use of this disruptive technology.

Several perceived disadvantages are shown to limit the adoption of CC such as fear of losing control, security, privacy, data protection, performance and uptime, lack of cloud business brokers, and lack of awareness. In ECs the adoption of CC may be perceived as risky in relation to security and interfacing with internal and external systems (interoperability), ownership of content, and other legal requirements (Raval, 2010). Numerous international studies suggest that security is a major concern for organizations and entrepreneurs deciding whether to adopt CC (Phaphoom et al. 2015, Marston et al. 2011). "Outsourcing" the storage of all the firm's data potentially exposes the firm to several security problems. Concern over interoperability can also deter the move to CC. Firms need to keep open options related to the future of their IT systems, and might be wary of lock-in effects from adoption of CC. This does not apply to private CC which allows the firm to customize its services and uses to its existing technological options. Finally, there are legal issues associated with CC (Bradshaw et al. 2011). These include limited liability of providers, conditions for ending an arrangement, and changes made by the provider. Many firms do not have the required skills and knowledge to evaluate these legal issues and prefer to continue with their existing information systems. Based on the above, we propose four hypotheses:

*H2a: perception of cost reduction from CC affects CC adoption.*

*H2b: perception of time saving from CC affects CC adoption.*

*H2c: The greater firm's knowledge about CC, the greater the probability of its adoption*

*H2d: the more complex the technology is perceived to be the less likely it will be adopted.*

### **5.2.3. Organization: absorptive capacity of the firm and CC adoption**

Compared to DC firms, EC firms generally have a lower ability to innovate due to financial constraints and a less developed innovation system. EC firms might see disruptive technologies as an opportunity to catch up in innovation, and to increase their innovation performance. Firms' innovation capacity is measured by their technology ACAP.

Cohen and Levinthal (1989, 1990) proposed ACAP to describe the firm's capabilities to innovate, and thus, to be dynamic. ACAP includes the capabilities to recognize the value of new knowledge, to assimilate it and to apply it for commercial ends. Since Cohen and Levinthal's (1989) seminal work efforts have been made to refine this concept and their original model (see Zahra and George, 2002; Todorova and Durisin, 2007; Lane and al. 2006; Lane and Lubatkin, 1998 among others).

In the present work we emphasize four important dimensions of firm ACAP firm which may differ between ECs and DCs namely: appropriability regime and its impact on the process of acquisition of new technologies; managers' skills and their role in recognizing the value of the technology; firm's ability to assimilate, transform and exploit the innovation; and coordination of tasks among employees. Our work relies strongly on the model proposed in Todorova and Durisin (2007) which reconciles and extends Cohen and Levinthal's (1989) and Zahra and George (2002) work.

The first dimension is the appropriability regime and was highlighted by Cohen and Levinthal (1989) and Zahra and Georges (2002) as important for ACAP. However, the authors are not in agreement about where to locate the effect of appropriability regime in their models. In the present work, we rely on the model proposed by Todorova and Durisin (2007) in which appropriability regimes both precede and follow ACAP. The adoption of a new technology or new knowledge is contingent on the appropriability regime. At the same time, the ability to gain competitive advantage and produce innovation based on a new technology is contingent on the appropriability regime.

An important difference between ECs and DCs is the Intellectual Property Rights (IPRs) regime. EC markets are characterized by low efficacy of IPRs and easy replication. Firms fail to appropriate the returns from their innovations. Cohen and Levinthal (1990) show that the effect of appropriability regime on ACAP is negative. ACAP increases with a weak appropriability regime and competitive spillovers. We suggest that CC provides a solution to these problems related to innovation and its better protection. Most CC providers' hosting servers are located in countries where IPRs are respected. This could afford better protection of EC firms' data and innovation, suggesting that investing in CC and building ACAP are positively linked

to IPRs.

The second dimension is related to recognition of the value of the new technology (knowledge). Firms often fail to identify new technological knowledge and to absorb new technologies because they are hampered by their embedded knowledge base, rigid capabilities, and path-dependent managerial cognition (Gavetti and Levinthal, 2000; Langlois and Steinmuller, 2000; Tripsas and Gavetti, 2000). Christensen and Bower (1996) show that the main problem is the inability of managers to properly assess the value of new knowledge that is not directly relevant to current demand from major customers. Assessing the value of new technologies is very important. Managers often assess it based solely on the criterion of its implications for current customers and less on its potential future uses.

Managers play a prominent role in recognizing the value of a new technology. They are the principal actors in successful adoption of Information and Communication Technology (ICT) adoption and implementation in EC firms. The manager's profile (education level, age, style of command, ICT knowledge and skills, etc.) has a major impact on the adoption process (Amabile and Gadille, 2003; Low et al. 2011). As the complexity of the technology increases, the support of senior management is essential to effect organizational change based on visible commitment. Top management support helps to overcome internal resistance to change (Lumsden and Gutierrez, 2013). The differences in managers' profiles, education, and ICT skills can play an important role in the process of adoption of new technologies especially CC.

The third dimension is the ability of the firm to assimilate and exploit the new technology. The implementation of new IT requires dedicated workers able to resolve problems and pass on their knowledge to other employees. This is particularly important in the context of EC firms. To some extent, technological ACAP is associated with the firm's technological readiness and can explain CC adoption. It reflects the firm's readiness for CC adoption (Lumsden and Gutierrez, 2013). CC adoption implies that the firm has accumulated skills and experience in previous generations of IT. Thus, intensity of use of IT can be a good proxy for the firm's ability to transform, assimilate and exploit CC. Although the firm may be convinced about the potential value of an innovation, lack of know-how related to implementation can be a barrier to its adoption. Knowledge that either facilitates

implementation or highlights implementation problems potentially could affect the adoption decision (Greve, 2011).

The fourth dimension is the ability of the firm to transform its power relationships and internal organization. CC adoption can induce important organizational changes within the firm including changes to workers' roles, interaction patterns and power relations. These changes can disrupt routines and may require expert advice and support (Tiers et al. 2013). The redesign of information systems can mean that several peripheral activities are outsourced or re-designated. At the same time, new applications may give access to new distribution channels (e.g. implementation of e-commerce). According to Raza et al. (2015), the main reason for the slow diffusion of CC is the lack of consensus among the IT workforce. Based on the result of a survey of IT workers at various organizational levels and in different countries, Raza et al. (2015) show that fear of losing one's job plays a huge role in the slow adoption of CC. This might also explain differences in the rates of adoption between Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) and large corporations. It might also explain the difference in adoption of CC by DC and EC firms. Ben Youssef et al. (2014) suggest that the complementarity between ICT and New Organizational Practices (NOP) adoption strengthens as the technology evolves. Adoption and use of the latest technologies are pushed by prior adoption of NOP. This implies that the adoption of CC requires adoption of NOP to support the organizational change. Based on the above, we formulate the following hypotheses:

*H3a: The perception of IPRs linked to CC has a positive impact on CC adoption.*

*H3b: The intensity of use of IT has a positive impact on CC adoption.*

*H3c: The ICT manager's skills have a positive impact on CC adoption.*

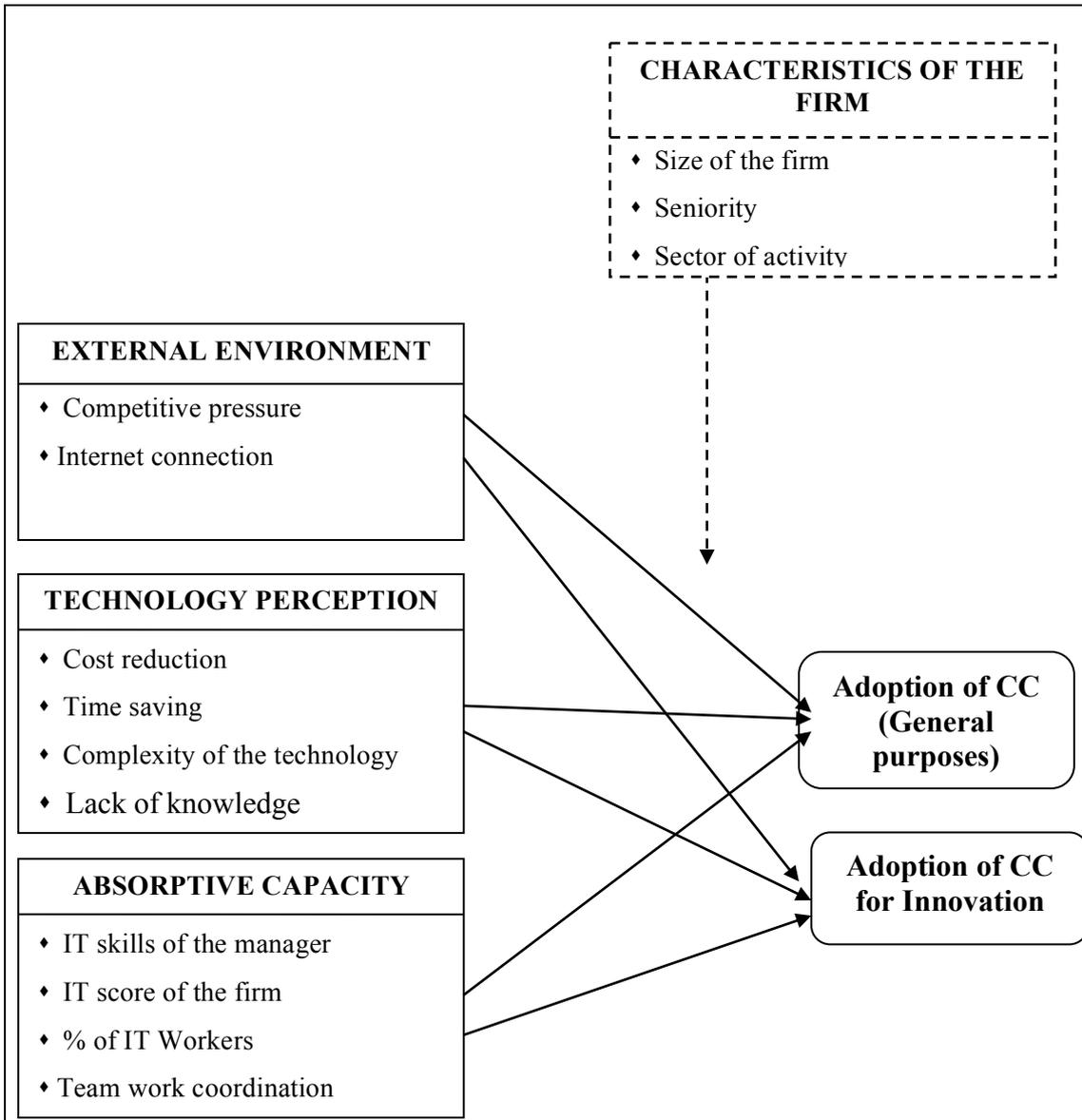
*H3d: The proportion of IT workers in the firm's employment has a positive impact on CC adoption.*

*H3e: The ability of employees to change their patterns of coordination has a positive impact on CC adoption.*

### **5.2.4. The Model**

This section describes the econometric model and the empirical investigation strategy. Our conceptual model summarizes our general theoretical claims about CC adoption in the context of ECs. The theoretical model we have developed is contingent on several factors. We check the effects of three important variables, which potentially could limit the generality of our claims.

The first control variable is firm size, which is often considered a resource strength. Firm size is supposed to play an important role in the process of adoption of new technologies and has been demonstrated as a rank effect. The bigger the firm the better it is able to absorb and adopt new technologies. Firm size is linked to its financial and human resources, and the ability to solve problems and to take risks. Starting from these considerations, CC adoption is considered to be linked to firm size. However, we need to take account of the dual effects of firm size because while big firms have more resources to innovate and adopt new technologies, they are generally characterized by bureaucratic decision making processes and rigid rules and routines. The second variable is age. Age is considered a good indicator of firm resources. The longer established the firm the more experience and resources it will accumulate to cope with change, adopt new technologies and engage in innovation activities. For, age is supposed to have a positive impact on the adoption of new technologies. The third variable is sector of activity. Adoption of IT is contingent on the sector of activity. Many researchers have pointed to differences in the adoption and use of IT among sectors. Several industries are under continuous pressure to adopt new IT. For example, in Knowledge Intensive Sectors (KIS) keeping up to date is more important than in other sectors, since the core competencies of KIS firms are linked to innovation.



**Fig 21.** A model of the relation between adoption of CC by EC firms and their external environment, perception of technology and technological ACAP.

## **5.3. Research study**

### **5.3.1. The Context of Tunisia**

Tunisia is a small, open country located in the North of Africa and close to Europe. It is considered an EC since its per capita Gross Domestic Product (GDP) around USD 11,380 (at 2014 purchasing power parity).<sup>51</sup> ICT penetration is important since most firms are well equipped with technology. In 2011, 74.7% of Tunisian firms had a broadband connection, 78.9% of firms used the Internet regularly, and 83.5% used computers in their daily jobs (INS, 2012). Several studies show that in the early stages, adoption of ICT relied mainly on social considerations and mimetic behavior (Bellon et al. 2006; Ben Youssef et al. 2012). While the adoption by firms of first and second generations of ICT was rapid, previous experience of technology and perceived advantages can slow adoption of later generations of ICT. Tunisia is an excellent object of study for the adoption of a new disruptive ICT such as CC, and allows investigation of the link between the adoption of the technology and the firm's ACAP.

### **5.3.2. Sample and data description**

The survey was aimed at obtaining data on the level of CC adoption by Tunisian firms. Under our guidance, a private firm in Tunisia conducted the survey. Before its implementation, we checked the questionnaire for consistency. Each questionnaire was accompanied by a covering letter explaining the purposes of the study. Firm respondents who were all top managers were assured confidentiality.

The data were gathered via a face-to-face questionnaire administered in 2014 to a representative random sample of 350 Tunisian firms. The sample was representative of the Tunisian Economy. Survey respondents included firms active in Construction, Manufacturing, KIS and Less Knowledge Intensive Services (Less KIS). The firms were dispersed across all Tunisian regions and were selected randomly.

---

<sup>51</sup> International Monetary Fund World Economic Outlook database, October 2014.

We obtained 311 usable surveys for data analysis, a response rate of nearly 90%. The high response rate is related to Tunisian legislation, which obliges firms to respond to such surveys, our face-to-face approach, and the inclusion of a statement about the purposes of the research and guarantee of confidentiality of interviewees' responses. We think that these characteristics make our study particularly interesting in the context of investigating CC adoption and usage in Tunisia.

The survey was based on a set of questions related to the five core variables identified from the literature survey. It asked about CC adoption and usage. In this paper, we focus on the adoption decision; due to lack of data, we do not consider use and intensity of use.

Tables 4 and 5 present some details related to the sample.

	CC Adoption	Mean(Age)	Mean(Size)
Yes	26.05 %	19.86	972.70
No	73.95 %	21.30	116.61

Table 4 – Characteristics of adopters and non-adopters of CC in Tunisia

	Construction	Manufacturing	Less Knowledge Intensive Services (Less KIS)	Knowledge Intensive Services (KIS)
Adoption(%)	6.17	8.63	39.52	45.68

Table 5 – Sample decomposition by economic sector

## 5.4. Two stages estimation method

In our sample, the data by definition are truncated. The aim is to find out for firms that have adopted CC, to what degree it promotes innovation. The question about the degree to which CC promotes innovation was posed only to firms that had adopted CC. The estimation method takes account of potential selection bias. We estimate a first stage probit model and a second stage ordered probit model using Heckman's (1979)<sup>52</sup> selection method. The model can be formalized as follows.

Let  $d_i$  denote a dummy variable which indicates if the firm  $i$  adopted CC ( $d_i = 1$ ) or not ( $d_i = 0$ ). The Innovation CC variable  $InnovCC$  is observed only if  $d_i = 1$  which

<sup>52</sup> For more details, see Heckman (1976).

in turn takes the value 1 (and 0 otherwise) if the latent variable  $d_i^*$  associated with  $d_i$  exceeds 0:

$$d_i = \begin{cases} 1 & \text{if } d_i^* = Z_i\alpha + u_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

where  $u_i$  denotes an iid normal distributed error term;  $Z_i$  is a vector representing the variables that summarize the characteristics of the firm  $i$ ; and  $\alpha$  is a vector of unknown parameters associated with the vectors  $Z_i$ . These coefficients are obtained by running a simple probit model. The variable *InnovCC* follows the usual ordered probit specification and is observed if  $d_i = 1$ :

$$InnovCC_i = \begin{cases} 1 & \text{if } InnovCC_i^* = X_i\beta + \varepsilon_i \leq s_1 \text{ and if } d_i = 1 \\ 2 & \text{if } s_1 < InnovCC_i^* = X_i\beta + \varepsilon_i \leq s_2 \text{ and if } d_i = 1 \\ 3 & \text{if } s_2 < InnovCC_i^* = X_i\beta + \varepsilon_i \leq s_3 \text{ and if } d_i = 1 \\ 4 & \text{if } s_3 < InnovCC_i^* = X_i\beta + \varepsilon_i \leq s_4 \text{ and if } d_i = 1 \\ 5 & \text{if } s_4 < InnovCC_i^* \text{ and if } d_i = 1 \end{cases}$$

where  $InnovCC_i^*$  denotes the latent variable corresponding to  $InnovCC_i$ ,  $s_k$  denotes the usual threshold parameters and  $X_i$  is a vector of the observable variables. The error terms  $u_i$  and  $\varepsilon_i$  are assumed to be bivariate normally distributed with correlation coefficient  $\rho$  and mean zero and variance 1:  $(u_i, \varepsilon_i) \sim N_2(0, 0, 1, 1, \rho)$ . The log-likelihood function corresponding to the ordered probit model with sample selection is:

$$\begin{aligned} \ln(L) = & \sum_{d_i=0} \ln(1 - \Phi(Z_i\alpha)) \\ & + \sum_{d_i=1} \sum_{InnovCC_i=k} \ln(\Phi_2(s_k - X_i\beta, \alpha Z_i, \rho)) \\ & - \ln(\Phi_2(s_{k-1} - X_i\beta, \alpha Z_i, \rho)) \end{aligned}$$

where  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\rho$  are obtained by estimating a probit model for  $d_i$  and transferring the estimates of  $\alpha$  to the standard ordered probit model. The terms  $\Phi$  and  $\Phi_2$  represent respectively, the univariate and the bivariate standard normal distributions.

## 5.5. The Variables

**Dependent variables:** We estimate two models in two steps: first a simple probit model and second an ordered probit. We construct two dependent variables:

- 1- *Adoption of CC*: a dichotomous variable that takes the value 1 if the firm adopts CC and 0 otherwise;
- 2- *InnovationCC*: an ordinary variable from 1 to 5.

**Explanatory variables:** In this paper we consider three types of explanatory variable: (i) firm's external environment, (ii) firm's perception of the technology, and (iii) firm's technological ACAP.

**(i) Environmental context:** Most of the literature finds a positive relationship between the adoption of a given technology and its context (external environment). We consider two main variables related to firm context: competition intensity measured by adoption of CC by industry competitors, and Internet connection problems leading to non-adoption of more radical IT related innovations. This variable is binary and is based on self-reported answers. It takes the value 1 if the firm has Internet connection problems and 0 otherwise.

**(ii) Firm's perception of the technology:** Here, we consider four variables. The first two are related to perceived advantages: cost reductions and perceived time savings. They are binary variables based on self-reported responses. They take the value 1 if the firm perceives cost reduction and time saving as important and 0 otherwise. We second two variables are related to perceived disadvantages of the technology. The first refers to lack of knowledge in the firm about the technology. This is a binary variable based on responses to the question about the firm's knowledge of the technology. It takes the value 1 if the firm has no knowledge of CC and 0 otherwise. The second variable is perceived complexity which is also a binary variable based on the firm's self-reported answers. It takes the value 1 if the firm perceives the technology to be complex and 0 otherwise.

**(iii) Firm's ACAP:** From our literature review we identified four variables related to firm ACAP. Manager's skills measured as ICT knowledge (the variable is measured as the score for the manager's use of IT based on the survey). The score varies between 0

and 5. The second variable is proportion of IT staff. It refers to the number of employees using IT in the firm. This is a continuous variable. Firms were asked whether CC facilitates employee coordination in the firm. This binary variable takes the value 1 if the firm experiences improved coordination from CC adoption and 0 otherwise. The fourth variable concerns IPRs. Firms were asked whether CC could secure IPRs or not. This binary variable takes the value 1 if the firm answered yes and 0 otherwise.

**(iv) Control variables:** We consider three control variables. Firm age measured as the number of years since establishment, firm size measured as the number of its employees, and firm's sector of activity which includes variables for KIS, Less KIS, Manufacturing and Other sectors. We control also for the squared age of the firm in order to check for the existence or not of non-linear relationships. The variables are presented in table 6.

**Table 6**

	<b>Codes</b>	<b>Variables</b>	<b>Measures</b>	<b>Codifications</b>
<b>Dependent Variable</b>	<b>Bivariate Probit</b> CC adoption	CC adoption	Binary =1 if firm adopts CC =0 if firm does not adopted CC	Dichotomy
	<b>Ordered probit with sample selection</b> Innovation CC	CC promotes innovation	Ordinary From 1 to 5	Ordinary
<b><i>Control variables</i></b>				
	Age of the firm	Number of years since its birth	Number of years since its birth	Continuous
	Size	Number of employees	Logarithm of number of employees	Continue variable
	Size (squared)	The square number of employees	Logarithm of number of employees (squared)	Continue variable
	Sector	Economic activity of the firm	Others =0 Manufacturing =1 Knowledge Intensive Services (KIS) =2 Less KIS =3	Multivariate

<b><i>I. External Environment and Competition Pressure</i></b>			
Competition Pressure	Firms' competitors adopt CC	Binary =1 if Yes =0 if Not	Dichotomy
Internet Connection Problems	Problems with Internet connection	Binary =1 if Yes =0 if No	Dichotomy
<b><i>II. Perceptions of the Technology</i></b>			
Cost Reduction	CC reduces cost	Binary =1 if Yes =0 if No	Dichotomy
Time Saving	CC saves time	Binary =1 if Yes =0 if No	Dichotomy
Complexity	Complexity of implementation of the CC	Binary =1 if Yes =0 if No	Dichotomy
Knowledge	Problems related no knowledge of CC	Binary =1 if Yes =0 if No	Dichotomy
<b><i>III. Absorptive Capacity of the Firm</i></b>			
Intellectual Property Rights	CC promotes IPRs	Binary =1 if Yes =0 if No	Dichotomy
ICT use	Score of ICT use by firm	Continuous	Continuous
ICT Manager Skills	Score of 5 ICT use by the manager	Binary =1 if Score=5 =0 if Not	Continuous
Employees using IT	% of employees using ICT	Between 0% and 100%	Continuous
Employees' Coordination	CC facilitates employees' coordination	Binary =1 if Yes =0 if Not	Dichotomy

## 5.6. Results and discussion

Table 2 summarized the main findings from our estimates. Two models were tested: a bivariate probit model for adoption of CC by the whole sample, and an ordered probit model focusing on the subset of firms that had adopted CC to foster innovation. We discuss the results of each model in turn.

	Bivariate probit CC		Ordered probit with sample selection	
	Coef.	<i>z-stat</i>	Coef.	<i>z-stat</i>
<b><i>Control variables</i></b>				
Age	-0.0164	-1.46	0.0154*	1.73
Age <sup>2</sup>	0.0001	1.14	-0.0003	-1.12
Size	0.0003**	2.04	-0.0036	-0.14
Sector: <i>Other sectors</i>	Ref.		Ref.	
<i>Manufacturing</i>	-0.0470	-0.13	0.2408	0.34
<i>Less KIS</i>	0.6031**	2.03	-0.1698	-0.27
<i>Knowledge Intensive Services</i>	1.1769***	3.77	-0.0522	-0.14
<b><i>External environment and competition pressure</i></b>				
Competition Pressure	0.5120**	2.29	0.5755*	1.68
Connection	0.2517	1.29	-0.5199	-1.33
<b><i>Perception of the Technology</i></b>				
Cost Reduction	0.4147**	2.17	-0.2102	-0.64
Saves Time	0.2650	1.24	0.4884	1.35
Complexity	-1.0425*	-1.76	2.1165**	1.97
No Knowledge	-0.4465*	-1.89	0.0891	0.85
<b><i>Absorptive Capacity of the Firm</i></b>				
ICT Manager Skills	-0.1743	-0.77	-0.0243	-0.56
Employee Coordination	1.0317	0.08	0.7100**	2.23
% of employees using IT	0.3586**	2.04	1.0425**	2.81
ICT use of the firm			0.1046*	1.67
IPR			0.86170**	2.01
# obs	311		81	
Prob > chi2	0.0000			

### **5.6.1. Adoption of CC: analysis of the entire sample**

The bivariate probit model for the entire sample provides several important results with the respect to our hypotheses. We discuss the main ones below.

#### **5.6.1.1. Environment: adoption of CC by competitors leads to imitative behavior**

Our results show that there is a competition effect and confirms H1a. The more that competitors adopt CC, the more other firms adopt it. CC is considered to be a technology that can provide competitors with radical advantages, and reduce the focal firm's existing competitive advantage. There is also pressure from customers (Tiers et al. 2013). Adoption of technological innovation may depend on a mimetic mechanism. However, this dynamic adoption is not found in all sectors. In KIS, CC may be considered a vital “input” but this is not the case for other industries and other sectors.

#### **5.6.1.2. Technology: perceived advantages of CC lead to its adoption**

Our results show also that adoption of CC is pushed by the perceived cost reducing potential of this technology. Adoption of CC is associated with the ability of this technology to reduce costs and to adjust to the real needs of the firm. It confirms hypothesis H2a. Our results confirm previous findings that the main driver of adoption of CC is financial (cost savings) (Reese, 2009; Marston et al. 2011). Reese (2009) suggests that cost savings can reach extraordinary levels since the pay-per-use model is significantly cheaper than the prepaid model. At the same time, CC is supposed to result in reduced maintenance and implementation costs (Ransome and Rittinghouse, 2010). Our findings confirm that Tunisian firms are adapting their ICT usage to their needs, and cutting unnecessary costs. At the same time, adoption of CC has been stimulated by CC providers offering CC services at reduced cost or even for free. These promotions have increased deployment of this technology.

Our results show also that the perceived disadvantages of CC (perceived complexity, and lack of knowledge about its purpose) are the main forces behind its non-adoption. It confirms our hypothesis H2d. Both perceived complexity and lack of knowledge about CC purpose are significant. The more the technology is perceived as complex and the greater the firm's lack of knowledge about its purposes, the lower the probability of CC adoption. This confirms hypothesis H2c. CC is a new technology and there is available information on its purposes; most Tunisian firms perceive it to be a complex technology which perception may be linked to the skills of the firm's managers and/or owners. The quality of the firm's management is considered a key determinant of technology perception. Most models of technology adoption show that the complexity of a given technology depends on the perceptions of managers.

### **5.6.1.3. Organization: weak confirmation of the absorptive capacity effect**

Our findings are contrasting. On the one hand, we found that the probability of adoption increases as the proportion of IT related work in the firm increases. The higher the proportion of the firm's employees that use IT the higher is the probability of CC adoption. This confirms hypothesis H3e. The proportion of employees using IT can proxy for accumulated tacit knowledge and the skills required for successful implementation of new generation IT. Adoption of CC depends on previous technology experience. On the other hand, we find that managers' IT skills have no effect.

Generally, the adoption of technological innovation induces organizational change. In the case of CC in Tunisian firms we can expect deep organizational change. Previous studies show that ICT use is reshaping Tunisian firms' internal organization. Most firms adopt new organizational practices after the adoption of ICT innovations (Ben Khalifa, 2014; Ben Youssef et al. 2014). CC can accelerate this process and enhance organizational efficiency. However, our findings show that there is no link between the decision to adopt CC and the coordination of work among employees. This is an unexpected finding and may reflect problems linked to the attitudes and skills of entrepreneurs. Most are unable to perceive all the advantages of CC, and lack

information on its potential especially related to the re-organization of tasks among employees.

#### **5.6.1.4. Control variables: confirmation of the rank effect**

Our study confirms the expected rank effect (i.e. firm size matters) found in the literature on the diffusion of IT innovations in the Tunisian context (Mouelhi Ben Ayed, 2009; Ben Youssef et al. 2012). Firm size is indicative of the firm's financial resources, human capital stock and capabilities. The rank effect is not linked to the country's level of development. CC is expected to allow small businesses to access resources, and to benefit from technologies previously available only to large corporations (Marston et al. 2011). However, our results show that in the early stages of adoption this does not hold. Big firms in ECs still benefit more from the potential of CC and their competitive advantage increases compared to small firms.

Our general model shows that in the Tunisian context the adoption of CC is linked more to the environment and technology perception than to the firm's ACAP. While we need to be cautious in relation to what are preliminary results, it could be argued that given the availability and novelty of the technology in the context of ECs, firms seem to be more interested in its general implications than its impacts on internal organization. As the knowledge about the purpose of the technologies and its applications improves, firms will be better able to evaluate its benefits for the firm's internal organization and its links to previous knowledge. Also, in the context of ECs such as Tunisia, most firms are small sized. This reduces the importance of the internal organization and internal knowledge but highlights the importance of managers for the process of adoption. Thus, the perceptions of the technology and competitors' behaviors are key drivers.

#### **5.6.2. A focus on firms that have adopted CC for innovation reasons**

The second ordered probit model was run for the subset of firms that had adopted CC to increase innovation, using the Heckman procedure, in order to better understand the determinants of adoption among innovative firms. We focused mainly on firms' ACAP

through the inclusion of more variables. We found several interesting and original results and important differences from the first model.

#### **5.6.2.1. Environment: competitive pressure is still a key determinant of adoption of CC for innovative aims**

The second model shows that the probability of adoption increases as the adoption of CC by competitors increases. Competition pressure is a key driver of CC adoption for both the subset and the entire sample. This confirms work on the firm's environment and its role in the process of innovation adoption (Tiers et al. 2013). ECs generally experience less competition than DCs. As competition increases in ECs, more widespread adoption of technological innovation (especially CC) can be expected.

In relation to physical infrastructure, our findings are surprising. The model shows that the probability of CC adoption for innovation does not increase with better Internet connection. This perhaps can be explained by the existing Internet connection in Tunisia being considered satisfactory. This contrasts with the findings in the literature which find a particular effect of Internet connection (especially bandwidth) on the adoption process.

#### **5.6.2.2. Technology: perception of the technology is less important if the objective is innovation**

Our results show that the perception of the technology is not linked to the decision to adopt CC for innovative aims. Three out of four variables are not significant in our estimation - namely cost reduction, time saving and knowledge of the technology. This contrasts with previous results on the adoption of CC for general purposes. One explanation for this result might be that firms seeking innovation are aware of the potential benefits and costs of CC and have the necessary information on its aims. However, our results show that perceived complexity is still significant and plays a role. The more the technology is seen as complex the less likely firms will adopt it to increase innovation. Perceived complexity is an important dimension for innovation (Meeus et al. 2001). In addition, technology complexity can induce fear related to the

articulation with previous knowledge and the firm's routines after the adoption of the new technology.

### **5.6.2.3. Organization: strong confirmation of the absorptive capacity argument**

Our model confirms that adoption of CC depends strongly on the firm's ACAP. Most of the variables considered related to the ACAP are significant. The percentage of IT staff is key to the adoption of CC for innovation reasons. The higher the percentage of IT staff the more likely the firm will adopt CC for innovative aims. At the same time, our model shows that the firm's intensity of ICT use is important for CC adoption for innovation, and confirms that CC adoption depends on previous knowledge about ICT, which reflects the ACAP argument.

Another interesting finding is that firms seeking to increase innovation through CC adoption are also keen to secure IPRs. Firms seem convinced that CC adoption will secure IPRs for their innovation and their intangible capital. Given the lack of legislation regarding IPRs in ECs, and especially in Tunisia, CC is seen as a way of improving the situation for these firms. The appropriability regime, a key element of ACAP is found to be linked to the adoption of CC.

The most important finding from our study is that CC adoption is based on two reasons: innovation and better coordination among employees. This implies that one objective of CC adoption is organizational change. Our findings confirm the complementarity between adoption of NOP and ICT proposed in Milgrom and Roberts (1990), and the finding in Ben Khalifa (2014) of the important impact of IT on the performance of Tunisian firms. In Ben Khalifa's sample Tunisian companies invest simultaneously in IT, organizational innovation and human capital. Ben Khalifa (2014) points to the special role of international contractors.

However, our model confirms that managers' IT skills have no effect on the adoption of CC. This contrasts with the findings in the literature that managers' IT skills are important for the adoption of IT in Tunisia (Bellon et al. 2006). In the case of CC, the

picture seems different perhaps because CC is seen as a complex technology. Raza et al. (2015) suggest that managers make their decisions based on the skills of the IT staff. In our context CC adoption depends strongly on IT workers' beliefs and skills. Overall, our model confirms the major role of firms' ACAP in the innovation process in the context of ECs.

#### **5.6.2.4. Control variables: adoption of CC for innovative aims depends on the firm's seniority**

While the rank effect applies to the entire sample it does not hold for adoption of CC to increase innovation. We found opposite dynamics for firm age. We found that the adoption of CC is not linked to firm age when we consider the whole sample but that the effect of firm age holds for firms that adopt CC to increase innovation. The experience and maturity of the firm is important for innovation in the context of ECs.

#### **5.6.3. Limitations of our study**

Our model should be considered preliminary. Although it provides several original results it has three main limitations. Firstly, most of the variables in our survey are binary and dichotomous. They do not allow us to examine the depth of adoption. Future work to include different and more quantitative variables. Secondly, adoption of CC has an important effect on the firm's internal organization. Unfortunately, our data allowed us to exploit only one dimension of organizational change and do allow us to observe other NOP. Beyond adoption of CC, effective economic gains depend on the ability of ECs to challenge organizational change and to adopt NOP. Without changes to internal organization the adoption of new IT can produce disorganization. Thirdly, to understand the pattern of adoption requires taking account of the dynamics of the process of adoption and use of CC and examining firms' decisions over several years. This was not possible with the data collected by the questionnaire. Finally, an alternative research strategy could consider a structural model of the decision to adopt CC with mediating variables and constructs. This could be an extension to our current work.

## 5.7. Concluding Remarks

This study set out to identify the determinants of CC adoption in ECs. It developed a theoretical framework to explain the decision to adopt CC adoption in an EC. It emphasizes the specific role of technological ACAP especially when the firm is seeking to innovate based on adoption of CC. It is a first exploratory investigation based on a sample of 350 Tunisian firms, and provides several important results. The adoption of CC depends on various external characteristics such as competitive pressure, perception of the technology as complex and perceived cost savings. Our results show that the adoption mechanism depends also on the firm's technological ACAP.

Our analysis goes beyond simple identification of the determinants of CC adoption by focusing on a subset of firms that have adopted CC for innovation reasons. We found contrasting results especially in relation to firms' perceptions of the technology and their ACAP. However, both models confirm the specific role of competition, and that managers IT skills have no effect. While perception of the technology is key to the adoption process (for general purposes), technological ACAP is the main determinant of adoption for innovation.

Our results have several policy and managerial implications. They show that in the Tunisian case, the main forces driving CC non-adoption are lack of adequate skills and perceived complexity of the technology. Policy makers could address both issues through appropriate information campaigns aimed at firm managers, to explain how the CC model works and what are its main benefits. At the same time, CC providers should advertise the advantages of the technology for firms. Adoption patterns are linked to the information provided, and the perceptions of managers. One of the main arguments for the adoption of this technology is its ability to cut unnecessary expenditure on ICT. Policy makers should emphasize this dimension.

Building skills in CC is difficult but is important to increase the competitiveness of Tunisia's economy. Several countries have implemented national strategies such as e-skills South Africa. These strategies are aimed at sensitizing firms to the application and value of these technologies and how firms can exploit them. South Africa provided training sessions and seminars over several years aimed at populating the

national (South African) cloud. Tunisia should target firm managers and adopt a national CC strategy more generally.

ECs have the opportunity to leapfrog technology generations and adopt the latest technology at a faster pace (e.g. the case of mobile phone penetration). In order to benefit from such opportunities governments need to promote a conducive environment and establish the institutional factors needed for SMEs to adopt CC. Many ECs such as India, Brazil, and South Africa, have invested hugely these activities. Tunisia should follow their example.

## Chapitre 6

### Les E-compétences et l'adoption du Cloud Computing

#### 6.1. Introduction

Ce chapitre est constitué par un article publié dans la revue *Thunderbird International Business Review* (TIBR), réalisé en collaboration avec Adel Ben Youssef et Walid Hadhri. L'objet de ce chapitre (article) a consisté à examiner le rôle des compétences numériques (*e-skills*) dans le processus d'adoption du CC et dans le processus d'innovation. La littérature économique a montré que la qualité du management et la compétence des managers constituent des facteurs clés pour l'adoption de nouvelles technologies notamment lorsqu'il s'agit de technologies de rupture.

Dans cet article nous avons voulu explorer cette dimension en examinant à la fois, leurs rôles dans le processus d'adoption et dans le comportement d'innovation. En effet, dans le cas des innovations de TIC de nombreux facteurs ont été soulignés comme des déterminants d'adoption. Nous pouvons citer entre autres : le contexte environnemental et organisationnel de la firme, les avantages et les inconvénients perçus de l'innovation. A ces facteurs classiques, nous avons ajouté le capital humain de la firme et les compétences en TIC.

Notre article a cherché à examiner l'influence de ces facteurs sur le processus d'adoption. Pour ce faire, nous avons considéré que les caractéristiques de la firme et son environnement sont des déterminants de l'adoption et de l'usage des TIC (taille de la firme, âge de la firme et pression concurrentielle). En même temps, le soutien des cadres managers peut aider à investir dans l'acquisition des e-compétences à travers la formation et l'usage intensifs des TIC par les travailleurs ou par des personnes hautement qualifiées ayant les compétences nécessaires. Les avantages perçus de la technologie sont l'avantage concurrentiel, la réduction de coût et le gain de temps. Les inconvénients perçus de la technologie sont la complexité, le manque de connaissance et les problèmes de connexion Internet.

Le chapitre est fondé sur un questionnaire réalisé en mode face à face et administré par une entreprise privée spécialisée en matière d'enquêtes et sondages en 2014.

L'échantillon est composé de 350 firmes tunisiennes. Cela concerne différentes industries tunisiennes. Parmi les 350 entreprises enquêtées nous avons obtenu 311 réponses utilisables. Autrement dit, un taux de réponse se rapprochant des 90%. Nous avons utilisé un modèle économétrique de probabiliste de type Logit. La décision d'adoption du CC est mesuré par une variable dépendante binaire qui est égale à 1 si la firme a adopté le CC et 0 si elle ne l'a pas. Les modèles Logit mesurent la probabilité d'une variable influençant cette décision.

Nos résultats peuvent être résumés de la manière suivante :

- (i) L'adoption du CC dépend de la taille de la firme. Donc l'effet de rang est confirmé dans notre étude. En effet la taille de la firme est relative à la capacité financière, le stock de capital humain et l'aptitude à manager les technologies de ruptures. Elle peut aussi nous renseigner sur l'expérience dans la gestion de la mise en œuvre des technologies basées sur l'adoption des innovations TIC.
- (ii) L'intensité de la concurrence agit sur l'adoption du CC. Plus les concurrents adoptent cette technologie, plus les firmes l'adoptent. Nous ajoutons aussi que l'adoption du CC dépend de son adoption de par les partenaires d'affaires (Pan et Jang 2008, Low et al. 2011).
- (iii) L'âge de la firme influence positivement le comportement d'adoption des services du CC. En effet, l'âge de la firme est lié à l'expérience dans la gestion de la technologie, à l'accumulation de plus de compétences, la connaissance concernant une technologie et aux moyens financiers nécessaires.
- (iv) La qualité de la connexion à l'Internet influence l'adoption du CC notamment dans le cas des pays émergents. En effet, une mauvaise qualité du service Internet ne favorise pas le CC. Dans le cas de la Tunisie, les firmes ne voient pas la connexion Internet comme un obstacle à l'adoption du CC.
- (v) Les e-compétences jouent un rôle important dans le processus d'adoption de nouvelles technologies en Tunisie. Toutefois l'originalité de notre travail consiste à montrer que

l'adoption semble plus en corrélation avec les compétences de TI des employés qu'avec les compétences des managers.

- (vi) Enfin nos résultats confirment le rôle important des avantages perçus de l'adoption de la technologie précisément dans le cas des technologies de rupture dans les pays développés. Nous avons également montré que les inconvénients perçus du CC sont la complexité et le manque de connaissance concernant les bénéfices. La perception de la complexité est liée à des facteurs objectifs incluant le manque d'informations concernant le CC et le manque de connaissances des services CC.

Ce travail contribue à la littérature des déterminants de l'adoption des TIC de manière générale dans le contexte des pays émergents et aux déterminants de l'adoption du CC de manière particulière. Nous proposons à présent l'article dans son intégralité en langue anglaise.

### ***E-skills and the Adoption of Cloud Computing***

Cloud computing (CC) is a novel paradigm in information and communication technology (ICT) which is changing the scope of and borders to firms and organizations quite radically. According to Jaeger et al. (2008) CC is a “computing platform that is able to dynamically provide, configure and reconfigure servers to address a wide range of needs, ranging from scientific research to e-commerce”. The National Institute of Standards and Technology (NIST) defines CC as “a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can rapidly provisioned and released with minimal management effort or service providers’ interaction” (Li et al. 2011). The European Union in a recent report provides a broader definition, describing CC as an elastic resources execution environment involving

multiple stakeholders and providing a metered service at multiple granularities for a specified level of quality (of service).<sup>53</sup>

From an economic point of view, CC provides at least four complementary benefits for firms (Wilson, 2011; Jackson, 2011, Sultan, 2013). First, CC provides a lower cost service, which does not require major capital investment or spending on infrastructure. CC consumption costs are based on “pay-per-use”, and optimize the firm's cost management since CC related spending becomes an operating expense. The price of the service is calculated according to the firm's effective consumption, similar to gas and electricity pricing. Pooling of the hardware resources allows optimization of the costs for the services delivered which will be evolving. Second, firms can get access to various applications such as customer relationship management (CRM) software without the need to purchase a license. Firms are able to explore new technological possibilities such as e-commerce, which can improve their efficiency and innovativeness at reasonable cost. CC allows a greater focus on the project since there is no need to spend time setting up a technical infrastructure.<sup>54</sup> Third, CC improves the firm's ICT capacity. The technology provides increased capacity without additional investment in computing infrastructures, memory, and filing; it obviates the need to acquire more servers. The firm is provided with a modifiable storage space, and benefits from a flexible and quasi-infinite amount of storage. It benefits also from the cloud's technical capabilities (data processing speed) and remote hosting service. Finally, CC enables some firms to enter new markets and to avoid the related sunk costs. In several industries, the associated IT costs are perceived as sunk costs which limit entry and therefore benefit well established firms. Use of CC reduces these costs which become operating rather than fixed and sunk costs. According to Etro (2009), CC is forecast to have a major impact on many sectors and on global macroeconomic performance. For

---

<sup>53</sup> The European Community for Software and Software Services (ECSSS) describes C as the delivery of computational resources from a location other than the current one. Accordingly, it is a style of computing in which IT-related capabilities are provided “as a service” allowing users to access technology-enabled services from the Internet without knowledge of, expertise in, or control over the technology infrastructure which supports them (Helvacioğlu Kuyucu, 2010). According to Marston et al. (2011), CC “is an information technology service model where computing services (both hardware and software) are delivered on-demand to customers over a network in a self-service fashion, independent of device and location. The resources required to provide the requisite quality-of- service levels are shared, dynamically scalable, rapidly provisioned, virtualized and released with minimal service provider interaction. Users pay for the service as an operating expense without incurring any significant initial capital expenditure, with the cloud services employing a metering system that divides the computing resource in appropriate blocks”.

<sup>54</sup> Yang (2012) suggests that CC is ideal for short-term projects.

example, Xu (2012) shows that CC enables cloud manufacturing and changes the boundaries to certain economic sectors.

Given these theoretical benefits, mass adoption of this new technology might be expected. However, the economics and managerial literatures show that adoption of innovation is not a linear process, and that in some cases, even innovations that provide high expected benefits are not adopted (Goodwin, 2013). The environment in which the firm operates, the perceived advantages and disadvantages of these innovations, compatibility with existing technologies, and lack of specific inputs (such as ICT skills) can play a prominent role in the process of innovation adoption. Current studies show that perceived expected advantages are not sufficient for the adoption of CC (Gupta et al. 2013; Lian et al. 2014; Low et al. 2011; Lumsden et al. 2013, Oliviera et al. 2014, Baker, 2011).

Developing countries (DCs) have several structural weaknesses such as bandwidth, mobility, fear of losing control, security, privacy, data protection, performance and uptime, lack of cloud business brokers, and unawareness which can limit the adoption of disruptive technologies (Raza et al. 2015). Firstly, in DCs, the quality of the Internet service is poor which does not favor CC. A poor quality Internet service means poor quality CC services, leading to the full potential of CC being exploited, and firms' experiencing sub-optimal performance. Secondly, the quality and skills of managers have been shown to be crucial for the adoption of new (especially disruptive) technologies; DC firms' may have less skilled managers (Bellon et al. 2006). Beliefs about the technology, and awareness of its possibilities are important for the adoption of a disruptive technology. Thirdly, disruptive technologies may induce important organizational and human resources management changes. In DCs, firm size and availability of finance can deter the adoption of a disruptive technology due to fear of the organizational disorder it will promote. These constraints can hamper the adoption by DCs of new and especially immature technologies.

Work on CC adoption in DCs is inconclusive (Low et al. 2011; Hsu et al. 2014 for Taiwan, Saya et al. 2010 for Singapore, Gupta et al. 2013 worldwide, Alsanea and Wainwright, 2014 for the Kingdom of Saudi Arabia, Sobragi et al. 2014 for Brazil). There is no consensus on the driving factors, and more empirical evidence is needed.

The present paper aims to contribute to this literature by characterizing the drivers of CC adoption in the context of a DC (Tunisia). Based on a face-to-face questionnaire administered to a random sample of 350 Tunisian manufactures, and using a logit model, our empirical results show a significant link between the firm's environment, its internal resources (workers' ICT skills in particular), and CC adoption. We show that the firm's ICT skills base is important for CC adoption.

Tunisia is a small, open country located in the North of Africa and close to Europe. ICT penetration is quite high; most firms are well equipped with ICT. Ben Youssef et al. (2012, 2014) show that at the beginning of the 2000s, use of ICTs was based mainly on social considerations and mimetic behavior. While adoption by firms of first and second generation ICTs was rapid, the adoption of CC will depend on whether they have capitalized on their ICT experience, or have found it problematic.

Our paper makes three contributions to the literature. First, we present the results of a recent survey of a sizeable sample of Tunisian firms (350); there have been no public surveys of CC adoption in Tunisia. Our results should provide a better understanding of the dynamics of CC adoption in that country, and will contribute to the literature on the drivers of CC adoption in DCs. Secondly; we propose an original framework to capture the determinants of CC adoption, which can be applied to other DCs. The proposed framework draws on the framework in Baker (2011). Thirdly, building on Bellon et al. (2006) our paper highlights the role of e-skills as an important driver of adoption of ICTs in DCs and especially North African countries.

The rest of the paper is structured as follows. Section 2 reviews the literature on the determinants of CC adoption. Section 3 describes the model and the sample. Section 4 presents and discusses the econometric results. Section 5 concludes.

## **6.2. Firms' adoption of cloud computing**

The economics and management literatures suggest several factors that might influence firms' adoption of a given innovation. In the case of ICT innovations there seem to be four main drivers: (i) the firm's environmental and organizational context, (ii) the firm's human capital (ICT skills), (iii) the perceived advantages of the innovation, and (iv) the

perceived disadvantages of the innovation. We discuss these four influences and their effect on technology adoption.

**(I) *Environmental context and characteristics of the firm***

Adoption of a given technology depends heavily on the context in which the firm operates. This includes factors such as firm location, firm's access to inputs, competitors, customers, and sub-contractors. At the same time, adoption of the technology depends on the firm's resources of which firm size is supposed to be an indicator.

The external environment has a direct impact on the decision to adopt a given innovation or technology. Several industries experience constant pressure to adopt innovations. For example, knowledge intensive services (KIS) firms need to adopt new ICT and their related innovations as quickly as possible. This competitive pressure can push firms to externalize their ICT infrastructure in order to improve its effectiveness. Thus, competitive pressure is positively correlated to adoption of CC (Lumsden et al. 2013).

Adoption of a technology by the firm's business partners (subcontractors, clients, etc.) can also push the firm to adopt the innovation (Low et al. 2011). Pan and Jang (2008) indicate that pressure from a business partner is a major determinant of adoption and use of ICT. Thus, trading partner pressure is positively correlated to the adoption of CC (Lumsden et al. 2013).

At the same time, the firm's internal resources play an important role in the technology adoption decision. Pan and Jang (2008) suggest that large firms tend to adopt more IT innovations due mainly to their flexibility and attitude to risk. Larger firms have more highly skilled and better qualified employees as well as the expertise needed to survive potential business problems.<sup>55</sup> Goodwin (2013) shows that small and medium sized enterprises have lower capacity than larger firms to adopt new technologies. Thus, firm size is an important factor affecting the adoption of innovations such as CC; firm size is positively correlated to the adoption of CC (Lumsden et al. 2013).

To sum up, the firm's characteristics and its environment can be considered determinants of the adoption and use of ICT.

---

<sup>55</sup> At the same time, small firms potentially are able to be more flexible and more innovative due to their smaller size and lower levels of bureaucracy.

## **(II) *E-skills***

Several empirical studies show that e-skills are key to successful adoption and use of innovative ICT (Ben Youssef et al. 2015a; Ben Youssef et al. 2014; Ben Youssef et al. 2015b). The digital skills acquired by the firms and embedded in its human resources are a driver of the adoption and use of new generations of ICTs (Low et al. 2011). The human resources dedicated to information technology (IT) provide the expertise required for the firm to master new technologies. Implementation of new ICTs requires workers with IT expertise who can solve the problems that arise and also spread their knowledge to other employees. However, these skills depend on the firm's technological infrastructure and equipment, and the type and use of its staff. Technological infrastructure refers to the business systems and network technologies already installed which provide the platform for implementation of CC. The number of IT employees, or the number of employees with a degree can be used to proxy for the level of e-skills.

Top management support is helpful to overcome internal resistance to change. Low et al. (2011) suggest that as the complexity of technology increases, the skills and support of senior executives become more essential to negotiate organizational change based on a visible commitment. Thus, top management support and skills are positively correlated to adoption of CC (Lumsden et al. 2013). Top management can also invest in acquisition of e-skills through training and more intensive use of ICT by workers, or by hiring qualified persons with the necessary skills.

## **(III) *Perceived advantages***

The perceived advantage of a given technology increases the chances of its adoption and use (Rogers, 2003; Alsanea and Wainwright, 2014; Oliveira et al. 2014). Thong (1999) and Lee (2004) indicate that if large companies perceive the relative advantage of a technology, the probability of its adoption increases (Alshamaila et al. 2013). CC offers many advantages such as flexibility, scalability, service on request, low entry costs, and pay-per-use models. The relative advantages of CC include: quality improvements to business operations, more rapid realization of tasks, increased productivity, and new business opportunities. Low et al. (2011) also highlight speedier communications, more effective coordination among firms, and communication of better information to

customers. Thus, relative advantage is positively associated to adoption of CC (Lumsden et al. 2013).

**(IV) Perceived disadvantages**

The complexity of the CC innovation can be a barrier to its implementation. Complexity is a significant factor in the decision to adopt and is negatively associated to the probability of adoption. Thus, complexity is negatively correlated to adoption of CC (Lumsden et al. 2013). Rogers (2003) considers compatibility to be the degree to which an innovation is perceived as compatible with the firm's values and past experience, and with the needs of potential adopters. Compatibility is an important factor in the adoption of information system innovations. Firms will consider adoption of CC if the technology is identified as compatible with existing systems and firm values. If the technology is seen as incompatible, then the perception is of change and expenditure on training. Thus, compatibility is positively correlated to adoption of CC (Lumsden et al. 2013).

Table 6 summarizes the factors supporting the adoption of CC in DCs.

<i>Characteristics of the firm and its environment</i>	<i>Firm's level of e-skills</i>	<i>Perceived advantages of the technology</i>	<i>Perceived disadvantages of the technology</i>
Firm size (+)	Managers' e-skills (+)	Competitive Advantage (+)	Complexity (-)
Firm age (+)	Workforce e-skills (+)	Cost reduction (+)	Lack of knowledge (-)
Competitive pressure (+)	ICT readiness and policies (+)	Time saving (+)	Internet connection problems (-)

**Table 6. Factors influencing the adoption of CC (source: authors)**

## 6.3. Empirical study

### (I) Sample and data description

The data were gathered from the responses to a face-to-face questionnaire administered by a private specialized firm. The firm administered the survey in 2014 to a random sample of 350 Tunisian firms. The sample was representative of the Tunisian economy. Survey respondents included firms active in all Tunisia's industries. We obtained 311 usable responses, a near 90% response rate. This high response rate is related to the skills of the interviewers and to Tunisian legislation, which requires firms to respond to such surveys, the survey was aimed at analyzing the determinants of CC adoption and use. Here, we focus on the responses related to adoption. The survey asked firms whether they had adopted CC; only 81 firms (26.05% of the whole sample) replied positively.

%	<i>CC reduces costs</i>	<i>CC saves time</i>	<i>Complexity of implementation of CC</i>	<i>Problems related no knowledge of CC</i>	<i>CC promotes innovation</i>
Yes	71.60	74.13	97.53	86.42	64.31
No	28.40	25.87	2.47	13.58	35.69

**Table 7. Cloud computing perceived advantages and disadvantages**

The majority of firms consider that the two most important perceived advantages of CC adoption are reduced costs (71.6%) and time saving (74.13%); 64.31% of firms perceive CC as a means to stimulate innovation within their companies; 97.53% and 86.42% of firms respectively consider complexity and lack of knowledge as disadvantages to the adoption of CC.

### (II) The model

To study the determinants of CC adoption, we use an econometric logit model. Logit models are regression-based models used to analyze binomial and multinomial variables. The variables used are based on the previous discussion and fall into four categories.

The CC adoption decision is measured by a binary dependent variable which is equal to 1 if the firm has adopted CC and 0 otherwise. Logit models measure the probability of a variable influencing this decision. These models generally are used to model binary data and are applied to economic data in McFadden (1981).

Taking response to CC as the dependent variable, let  $p(\text{cloud\_computing})$  be the probability that the firm will innovate,  $p(\text{cloud computing}) = p[\text{cloud computing} = 1]$ .

We define a latent variable  $y_i^*$  given by the following relation:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_i X_i + \varepsilon_i$$

$y_i^*$  is observed only if the firm  $i$  adopts the CC service,  $X_i$  is a vector representing the variables that summarize the characteristics of the firm  $i$ ,  $\beta_i$  is a vector of the unknown parameters associated with the vectors  $X_i$ , and  $\varepsilon_i$  is the error term.

The observed dichotomous variable  $y_i$  is related to the latent variable  $y_i^*$  as follows:

$y_i = 1$  si  $y_i^* > 0$  avec  $y_i = 1$  if the firm adopted CC

$y_i = 0$  si  $y_i^* \leq 0$  avec  $y_i = 0$  if not.

### (III) The variables

**Dependent variable:** the dependent variable is CC adoption. It is a dichotomous variable which takes the value 1 if the firm adopts CC and 0 otherwise.

**Explanatory variables:** we consider four types of explanatory variables: firm's environment, ICT infrastructure, perceived advantage of the innovation, perceived disadvantage of the innovation

*(i) Firms' environment and characteristics:* The literature mostly finds a positive relationship between the adoption of a given innovation and its context (internal organization and external environment). Here, we consider four main variables related to this context. Firm age (expressed in years), firm size measured by the number of employees, manager's skills measured by ICT knowledge and use based on responses to the survey, and intensity of competition measured by CC adoption by competitors in the

sector. We also consider a variable related to the quality of the connection and the bandwidth. Several studies show that connection quality can affect adoption of CC solutions. This variable takes the value 1 if the Internet connection limits adoption and 0 otherwise.

**(ii) E-skills:** The literature shows the path dependent nature of technology adoption by firms especially in the case of ICT. We consider three variables related to ICT infrastructure. The first is related to the skills of ICT managers. It measures previous expertise and knowledge about ICT, which facilitate adoption of CC. The second variable is personal use of computers. It is generally supposed that personal use of computers increases workers' skills by fostering self learning. The skills they acquire push them to adopt more complex technologies such as CC. For example, most use cloud services such as Dropbox, We transfer, gmail. This variable is a binary, which takes the value 1 if the firm has a policy of one computer per employee and 0 otherwise. The third variable is centralized IT. We expect that a centralized IT organization in the firm will not push adoption of CC. The learning process described above will be hampered, and the overall level of employees' e-skills may be less than desirable. This variable is a binary variable, which that takes the value 1 if the firm has a central IT organization and 0 otherwise.

**(iii) Perceived advantages:** The literature shows that the perceived advantages of a given innovation are a major motivation for the adoption of innovation by firms and especially in the case of new ICTs. We consider four variables related to perceived advantages. Adoption by competitors, and cost reduction can be motivations for adoption. Also, perceived time savings can lead the firm to adopt the same technology. This is a binary variable based on self-reported responses. It takes the value 1 if the firm perceives time saving as important and 0 otherwise. Finally, the likelihood that the CC will promote innovation activity is a major motivation for adoption.

**(iv) Perceived disadvantages:** The literature shows that the perceived disadvantages of a given innovation are important for the (non) adoption of innovation especially in the case of ICTs. We consider three variables based on our literature review. The first is firm's lack of knowledge about the technology which is a binary variable based on the responses to a question in the survey. It takes the value 1 if the firm has no knowledge of CC and 0 otherwise. The more knowledgeable the firm about the innovation the more

likely it will adopt it. The second variable is perceived complexity which is a binary variable based on self-reported responses to a question in the survey. It takes the value 1 if the firm perceives the technology as complex and 0 otherwise. The more complex the firm perceives the technology the less likely it will be adopted. Problems with Internet connections can lead to non-adoption of ICT innovations. This is a binary variable based on the self-reported responses to a question in the survey. It takes the value 1 if the firm has problems with its Internet connection and 0 otherwise.

The variables are summarized in table 8.

	<i>Codes</i>	<i>Variables</i>	<i>Measures</i>	<i>Codifications</i>	
<b><i>Dependent Variable</i></b>	Cloud Computing	CC adoption	Binary =1 if firm adopts CC =0 if firm did not adopt CC	Dichotomy	
<b><i>Environmental and organizational context</i></b>					
<b><i>Explanatory Variables</i></b>	Seniority	Date of firm establishment	Firm age in years	Continuous variable	
	Size	Number of employees	Logarithm of number of employees	Continuous variable	
	Competition	Firms' competitors adopt CC	Binary =1 if yes =0 otherwise	Dichotomy	
	Internet Connection Problems	Problems with connection technologies	Binary =1 if Yes =0 otherwise	Dichotomy	
	<b><i>I. E-skills</i></b>				
	ICT Manager Skills	Binary =1 if score=5 =0 otherwise	Continuous variable	Score of 5 for ICT use by managers	
	Personal IT	Firm policy (1 computer per employee)	Binary =1 if Yes =0 otherwise	Dichotomy	
	Centralized IT	The firm has centralized computing	Binary =1 if Yes =0 otherwise	Dichotomy	
	<b><i>II. Perceived Advantages</i></b>				

	Competitive advantage	CC increases competitiveness	Binary =1 if Yes =0 otherwise	Dichotomy
	Cost Reduction	CC reduces cost	Binary =1 if Yes =0 otherwise	Dichotomy
	Time Saving	CC saves time	Binary =1 if Yes =0 otherwise	Dichotomy
	Innovation	CC promotes innovation	Binary =1 if Yes =0 otherwise	Dichotomy
<b><i>Perceived Disadvantages</i></b>				
	Complexity	The complexity of implementation of the CC service	Binary =1 if Yes =0 otherwise	Dichotomy
	No Knowledge	Problems related to no knowledge of CC	Binary =1 if Yes =0 otherwise	Dichotomy

**Table 8. Variables and their descriptions**

## 6.4. Results and discussion

We tested four models. Table 9 summarizes the main findings from our estimates.

	<i>Model 1</i>		<i>Model 2</i>		<i>Model 3</i>		<i>Model 4</i>	
	Odds Ratios <sup>56</sup>	<i>z-stat</i>	Odds Ratios	<i>z-stat</i>	Odds Ratios	<i>z-stat</i>	Odds Ratios	<i>z-stat</i>
<b>Environmental and organizational context</b>								
Age	0.9626**	-2.20	0.9584**	-2.40	0.9563**	-2.50	0.9512***	-2.66
Age <sup>2</sup>	1.0003	1.64	1.0003*	1.90	1.0003*	1.85	1.0004**	2.18
Size	1.4439***	3.87	1.5273***	4.26	1.5242***	4.16	1.4648***	3.72
Competition Pressure	3.4056***	3.50	3.0575***	3.13	2.6815***	2.62	2.7051**	2.55
Connection Problems							1.6741	1.58
<b>e-skills</b>								
ICT Managers' Skill	0.7709	-0.73	0.9012	-0.28	1.0317	0.08	0.9283	-0.19

<sup>56</sup> Odds Ratio>1 (Odds Ratio<1) suggests that the dependent variable is positively (negatively) associated with the explanatory variable.

Personal IT	0.2635***	-2.68	0.3586**	-2.04	0.2774**	-2.42
Centralized IT	0.5249**	-2.14	0.5269**	-2.05	0.6078	-1.54
<b>Perceived advantages</b>						
Competitive Ad.			0.7140	-1.07	0.7857	-0.74
Cost Reduction			2.5958***	2.83	2.5515**	2.68
Time Saving			0.8900	-0.32	0.9506	-0.14
Innovation			2.4254**	2.46	2.5456**	2.48
<b>Perceived disadvantages</b>						
Complexity					0.0776**	-1.96
No Knowledge					0.3510**	-2.41
LR chi2	37.63	47.57	62.93	75.31		
Prob> chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.000		

Results are presented as odds ratios

\*: Significant at 10%, \*\*: Significant at 5%, \*\*\*: Significant at 1%

### **Table 9. Econometric Results**

We discuss our findings in line with our proposed analytical framework.

#### **(i) Firm's environment and characteristics: firm size matters for CC adoption**

Our study confirms that the rank effect found in most of the economic and managerial literature on the diffusion of ICT holds for the Tunisian context. We show that the adoption of CC depends on firm size. The size of the firm is indicative of its financial capacity, its human capital stock, and its ability to manage disruptive technologies. It may be related also to prior experience in managing the implementation of technologies based on prior adoption of ICT innovations. Rank effect is not linked to the country's level of development; our findings confirm the literature on rank effects (Lumsden et al. 2013; Goodwin, 2013).

Our results show also that there is a competition effect. The more competitors that adopt this technology, the more likely the firm will adopt it. CC is considered to be a technology that can give competitors radical advantages, and can erode the focal firm's existing competitive advantage. Adoption of technology may depend on a mimetic mechanism. Our findings add to work which shows that the adoption of CC depends on its adoption by business partners (Pan and Jang, 2008; Low et al. 2011). This applies

particularly to DCs where mimetic behavior is a major explanation of the adoption of new technology. However, this dynamic adoption effect does not affect all sectors; in some, CC is considered an “input” and once competitors in the sector adopt it, others follow.

In all four of the econometric models firm age plays a significant role in the decision to adopt. The older the firm the more likely it will adopt CC services. Older age may be linked to greater experience in managing technology, accumulation of more skills, knowledge about the technology, and the necessary financial means.

Lastly, several authors show that in the case of emerging countries, the quality of the Internet service is poor and does not favor CC. Our findings suggest that in the case of Tunisia, firms do not see their Internet connection as an obstacle to adoption of CC. Tunisia has relatively good broadband, mobile Internet (including 4G), and dial-up services. The current bandwidth allows satisfactory use of CC services.

Our study confirms that firm age, firm size, and competition are at play in the adoption of CC services in Tunisia.

#### **(ii) Contrasting findings on the role of e-skills**

In contrast to our expectations, we found that managers' ICT skills have no impact on the probability of adoption although Hollenstein and Wörter (2008) show that manager's knowledge of the technology is a key factor in its adoption. Our finding might be explained by the fact that CC is a disruptive technology, and experience of an earlier knowledge might matter less for its adoption compared to previous technologies. This suggests lack of path dependency. An alternative explanation might be that the adoption decision is not the sole responsibility of the firm's managers. Management may consult its IT workers in order to obtain more information and knowledge on the possibilities afforded by the technology. Adoption might depend heavily on the views of the firm's IT workers, and their beliefs about the impact of CC on their jobs rather than its real impact. Most of the IT workforce surveyed believed that CC would replace their jobs, and they were raising difficulties related to adoption of the service (Raza et al. 2015). According to Raza et al. (2015) the main cause of the slower growth of CC is the lack of consensus among the IT workforce. Based on the results of a survey of the IT workforce

at various organizational levels, Raza et al. (2015) show that fear of redundancy among the IT workforce plays a role in the slow adoption of CC.

Another interesting finding is that CC adoption is linked to two alternative IT policies. We found that CC adoption was more likely if the firm's employees had a dedicated personal computer. Improving workers' equipment results in greater use and knowledge about the possibilities of new IT. Our findings suggest that an IT equipment policy is not neutral in the process of innovation adoption. While financial constraints may limit the supply of computers in DCs, a computer for every employee seems important for competing in international markets, and innovating.

E-skills play an important role in the process of adoption of new technologies. However, adoption seems to be linked more to IT employees' skills rather than to managers' skills. Previous experience in and knowledge about the innovation's potential have an impact on the ability of the firm to use CC.

### **(iii) Effect of perceived advantages: cost reduction and innovation promotion arguments are valid**

Our results show that the adoption of CC in the case of Tunisia is pushed by the perceived cost reductions enabled by the technology, and its expected effect on innovation. However, we found no evidence of time savings or increased competitive advantage. Moving from ICT as a good to ICT as a service is associated with the ability of the technology to reduce costs and satisfy the firm's needs.<sup>57</sup> Our study confirms that cost reduction is a factor in the case of Tunisia.

Our findings confirm studies that show that the main driver of adoption of CC is cost saving (Reese, 2009; Marston et al. 2011). Reese (2009) refers to cost saving reaching extraordinary levels since the pay-per-use model is significantly cheaper than the prepaid model. At the same time, CC is supposed to allow reduced maintenance and implementation costs (Ransome and Rittinghouse, 2010). Our findings confirm that in Tunisia, most firms have adapted their technological usage to their needs, and have cut costs.

This might be due to recent policies adopted by CC services companies. Most firms adopt CC to cut costs, and CC deployment in Tunisia was pushed by promotions by CC

---

<sup>57</sup> Cost-reduction is linked to the equilibrium theory of innovation adoption according to which the adoption of a given technology at a certain point in time depends on the calculus between the marginal gains and the costs of the technology. Since the benefits of the technology outweigh its costs, this favors adoption.

companies - sometimes including offers of free CC. Another unexpected effect is that firms that have adopted CC services expect to be more innovative. CC as a disruptive technology is viewed as a potential driver of innovation. It is seen as allowing exploration of new solutions offered by CC service providers at minimum cost. The costs of previous software were often prohibitive and reduced the opportunities for innovation. The lower costs of the IT in this new model allow the savings to be allocated to innovation activities. This result requires more investigation to produce a better understanding of the motivations for and type of innovation activity. Our results confirm the important role of the perceived advantages of technology adoption especially in the case of disruptive technologies in DCs.

**(iv) Perceived disadvantages: lack of knowledge is an important driver of non-adoption of CC in the Tunisian context**

Our results show that the main perceived disadvantages of CC is its perceived complexity, and lack of knowledge about its benefits. CC is a new technology and there is little information on its objectives; most Tunisian firms perceive it as complex. This perception of its complexity is linked to objective factors including lack of information on the purposes of CC, and lack of knowledge about CC services. For example, many people's email activities are, unknown to them, enabled by a CC service. At the same time, there are subjective factors including lack of skills among managers and the workforce. The quality of the firm's management is considered a main determinant of the perception of the technology. In most technology adoption models, perception of the complexity of a given technology depends on the perceptions of managers. In the Tunisian case there is a need to inform managers about the innovation and its potential.

## **6.5. Concluding remarks and managerial implications**

This article was aimed at identifying the determinants of CC adoption by Tunisian firms. It is a first exploratory investigation based on a sample of 310 firms. Our study provides four main findings. The adoption of CC depends on the size of the firm, the perceived cost cutting advantages of CC, its perceived complexity, and its adoption by competitors. We found that adoption was not dependent on managers' e-skills.

Although these are preliminary results, they have several policy and managerial implications. Our paper shows that in the Tunisian case, the drivers of non-adoption of CC are lack of adequate skills, and perceived complexity of the technology. Policy makers should address these two issues by launching an appropriate information campaign and targeting firm managers to explain the CC model and its main benefits. At the same time, CC providers should advertise the advantages of the technology for firms. Adoption patterns are linked to the information provided and the perceptions of managers. One of the main argument for the adoption of this technology is its potential to cut costs linked to redundant ICTs. Policy makers should target this dimension.

Building the skills to manage CC can be difficult and are important to increase the competitiveness of the Tunisian economy. Several countries have put in place national strategies such as e-skills in South Africa. These countries are informing firms about the IT applications and their value, and how firms can exploit this value. South Africa has implemented training sessions and seminars which have been ongoing for several years. The aim is to populate the national (South African) cloud. Tunisia would benefit from a similar strategy targeted to firm managers, and a dedicated national CC strategy.

Our work could be extended in two ways. Firstly, we need a better understanding of CC adoption and its relation to innovation. The focus should be on the set of Tunisian firms adopting CC for innovation in order to understand their characteristics and performance (Ben Youssef et al. 2015). This would be instructive for all DC firms. To our knowledge, few studies address this issue. Also, adoption of CC induces important organizational changes within the firm which are not addressed in the present paper. The complementarity between ICT adoption and adoption of organizational innovation has become a hot topic. The same level of attention should be applied to CC.

## Conclusion générale

L'objet de cette thèse a consisté à contribuer et à discuter les déterminants de l'adoption et de la diffusion du CC dans une économie émergente. Le CC a été largement popularisé par des applications comme iCloud, Microsoft Onedrive ou Dropbox. iCloud est devenue une des plus importante plateforme d'applications dans le monde. Le CC permet l'utilisation de nombreux logiciels qui étaient inaccessibles dans le passé pour une question de coût aux entreprises et aux consommateurs *via* un paiement à l'usage. Nous avons ainsi voulu contribuer à la littérature économique relative à la diffusion et aux usages des TIC. En prenant le cas du CC, nous avons cherché à montrer de quelle manière un changement relatif dans le système des DPI a permis de modifier l'intensité et l'usage des TIC au sein des firmes dans le contexte des pays émergents. Présenté comme une technologie de rupture, le CC semble avoir des propriétés différentes des anciennes TIC et à cet égard, il nous a paru opportun d'en comprendre si ses impacts et ses mécanismes de diffusion et d'usage étaient différents de ceux qui prévalaient pour les anciennes TIC.

Notre argumentation a nécessité le développement de trois parties inter-reliées.

Dans une première partie, dès lors que nous considérons que le principal changement opéré avec le CC touche les DPI et leur statut, il nous a paru nécessaire de revenir sur la sensibilité de la diffusion des innovations aux DPI de manière générale et d'en rappeler les mécanismes et les enjeux. Un réexamen des sources historiques des DPI et des mécanismes qui ont permis, dans un premier temps, le renforcement de l'innovation a constitué le cœur de notre premier chapitre. Dans un second chapitre nous avons mis en perspective la littérature relative à la diffusion des TIC. Ces technologies, comme d'autres innovations, ont eu recours aux DPI afin de consolider les positions des firmes leaders sur ce marché et de leur garantir des sources de revenus permettant d'enclencher des cycles d'innovations continus. Mais après une longue période caractérisée par le recours aux DPI, enfermant les consommateurs et les producteurs, un changement d'approche allant vers des dynamiques d'innovation ouverte, de logiciels gratuits (*copyleft*) ont conduit les concepteurs de ces technologies à modifier la nature des prestations et les faire passer d'un statut de bien à un statut de services. Cette dynamique a considérablement diminué le prix des TIC et les a rendus accessibles

boostant par la même leurs usages par toutes les économies et ce, quelque soient leur degré de maturité.

Fort des constats et des conclusions de la première partie, nous nous sommes attelé dans une seconde partie à discuter des avantages et des inconvénients de l'adoption du CC. En effet, dès lors que les décisions d'adoption sont déterminées par l'arbitrage des firmes entre les bénéfices et les coûts de la nouvelle technologie, nous avons donc procédé à une analyse approfondie des coûts et des bénéfices pour les entreprises. Si la littérature à ce sujet est abondante, les grilles d'analyse et de comparaison sont très peu nombreuses. Partant de ce constat, nous avons cherché à cerner les éléments de la décision d'adoption et les critères permettant d'indiquer sous quelles conditions la solution Cloud est avantageuse pour les entreprises. Ces éléments relatifs à la dynamique d'adoption du CC par les firmes permettent de tenir compte des coûts et des bénéfices escomptés. Nous avons cherché à contribuer à ce débat en mettant l'accent sur le rôle de la perception des consommateurs de cette innovation comme élément déterminant les stratégies des entreprises.

Dans ce sens nous avons présenté un article dans lequel nous nous sommes placés du côté des consommateurs. Nous avons montré que la perception de ces derniers du CC joue un rôle important dans le mécanisme de diffusion. Les consommateurs construisent leurs propres opinions du CC et ces dernières conditionnent les stratégies des firmes. L'amélioration de la perception des consommateurs concernant la qualité et la sécurité, notamment grâce à l'éducation et l'usage du CC, est une condition nécessaire à l'engagement des firmes dans l'adoption du CC. Une modélisation micro-économique a été présentée pour étayer nos arguments. Les principaux résultats que nous tirons de cet article concernent le fait que : plus les consommateurs font confiance à la sécurité du CC et plus la concurrence en prix est relaxée sur les marchés. Les perceptions des consommateurs concernant la sécurité du CC impactent la concurrence en prix et en qualité des firmes et déterminent ainsi le degré de diffusion même si les firmes ne changent pas leurs niveaux de prix et de qualité. Ces perceptions des consommateurs à propos du CC jouent un rôle important dans la pénétration du Cloud.

Dans une troisième partie, nous avons examiné l'adoption du CC dans les pays émergents et à comprendre leurs impacts notamment en matière de construction de capacité d'innovation. En effet, le CC illustre les tendances nouvelles des TIC dans

lesquelles nous trouvons l'idée de partage, de consolidation et de standardisation des ressources dans une infrastructure centralisée. Ces nouvelles solutions offrent de nombreux avantages tels que la réduction des coûts d'investissement au niveau du matériel et du logiciel pour les firmes et les consommateurs. Malgré ces avantages, l'adoption du CC au sein des organisations est relativement lente avec un faible taux d'adoption dans les pays émergents. Ainsi, nous avons proposé deux études offrant un aperçu des facteurs qui pourraient influencer sur les décisions d'adoption.

Cette partie est formée de deux articles publiés. Le premier concerne l'adoption du CC dans les pays émergents en mettant l'accent ici sur le rôle de la capacité d'absorption technologique. En effet, dès lors que les firmes cherchent à innover, l'adoption du CC dépend de la capacité construite par le passé par les firmes en matière de gestion des innovations et des technologies. Cette capacité permet alors d'absorber plus facilement les nouvelles technologies et facilite son intégration dans les schémas de fonctionnement de l'entreprise. Une discussion analytique approfondie de la capacité d'absorption et son rôle dans le cas du CC a été présenté et illustré par un travail économétrique portant sur la Tunisie.

Le deuxième article a permis de souligner en quoi les compétences en matière de TIC jouent un rôle clé dans le processus d'adoption de l'innovation (ici le CC). Les déterminants classiques de l'adoption des innovations et des TIC ont été vérifiés dans le cas de l'adoption du CC. Ainsi, la taille de la firme, la réduction des coûts, la complexité et l'adoption par les concurrents continuent de jouer un rôle non négligeable. L'élément important dans nos résultats concerne la non existence d'une dépendance entre l'adoption du CC et la capacité d'absorption des TI en général. Nous avons montré le rôle particulier que joue le manque de compétences adéquates et la complexité de la technologie. La réduction des coûts et l'élimination des dépenses supplémentaires qui proviennent des équipements inadaptés, ces arguments permettent l'adoption du CC.

Notre travail pourrait être approfondie et étendue de plusieurs manières. Quatre directions complémentaires seront au cœur de notre agenda de recherche futur.

## **1. L'irruption de nouvelles TIC complémentaires aux CC nécessite de discuter l'adoption des nouvelles TIC en « pack »**

Le CC est une technologie récente qui s'insère dans une tendance d'accélération de l'irruption de nouvelles technologies numériques. Ces nouvelles technologies sont développées de sorte qu'elles soient complémentaires les unes aux autres. Dès lors l'adoption ne peut être effectuée de manière isolée. La question de l'adoption des TIC en « pack » demeure entière. Selon cette vision technologique, les entreprises et les consommateurs adoptent plusieurs TIC simultanément et qui sont complémentaires les unes aux autres. Dès lors qu'une nouvelle technologie émerge, il est important d'examiner son insertion dans le « pack ». Dans certains cas la nouvelle technologie remet en cause l'ancien cluster de technologies, pour en faire émerger un nouveau.

Une extension possible à notre travail concernerait l'examen de la complémentarité de l'adoption du CC avec des TIC existante ou en cours d'irruption. A titre d'exemple, nous assistons de nos jours à l'éclosion de l'Internet des Objets (*Internet of Things: IOT*)<sup>58</sup>, la généralisation du recours à la réalité virtuelle et la réalité augmentée, ou encore à l'usage des données massives par les technologies du Big Data.

L'Internet des Objets peut être défini comme une plate-forme pour les capteurs et dispositifs afin de communiquer de façon transparente dans l'environnement de la ville intelligente (*Smart City*) et permet un partage entre les plates-formes d'information de plus en plus pratique (Gubbi et al. 2013). En quelque sorte, l'Internet des Objets permet à tous les objets d'être identifiés, de pouvoir communiquer entre eux et avec les humains, et de pouvoir interagir avec les autres objets. L'écosystème dans lequel les humains agissent change ainsi. L'adaptation récente des différentes technologies sans fil place l'IOT comme la prochaine technologie révolutionnaire en bénéficiant des possibilités complètes offertes par la technologie de l'Internet. Or, l'Internet des Objets nous paraît clairement se situer dans le même paradigme que le CC et le complet.

Si nous cherchons à relier tous les réseaux et toutes les informations disponibles dans une seule architecture, le CC apparaît alors comme la technologie la plus appropriée à la

---

<sup>58</sup> Le terme « Internet des Objets » aurait été inventé en 1999 par Kevin Ashton, co-fondateur du laboratoire Auto-ID Center au MIT<sup>58</sup>. En novembre 2012, ce même laboratoire lance une initiative nommée « Cloud des Objets » ciblée sur la connexion des objets sur le Cloud. En outre, l'acronyme « ClouT » pour Cloud of Things existe déjà. Il désigne un projet de recherche commun entre l'Europe et le Japon dans le cadre des villes intelligentes (Roux, 2014).

quantité phénoménale d'information et à la rapidité de leur traitement. Le déploiement de l'Internet des Objets et du CC se fait de nos jours de manière simultanée dans les pays industrialisés.

La complémentarité entre les technologies mentionnées de nos jours permet la mise en œuvre de concepts nouveaux comme la ville intelligente, la maison intelligente, l'industrie intelligente (l'industrie 4.0) et l'entreprise intelligente.

Les décideurs publics semblent accorder davantage d'importance aux villes intelligentes car le concept semble être le plus fédérateur. Même s'il est encore difficile à reconnaître les tendances mondiales communes en matière de Smart Cities (Morabito, 2015), la ville intelligente met l'accent sur l'application du cluster des technologies de l'information de la prochaine génération, l'intégration de capteurs et d'équipements dans les hôpitaux, les réseaux électriques, les chemins de fer, les ponts, les tunnels, les routes, les bâtiments, les systèmes d'eau, les barrages, les pipelines de pétrole et de gaz, ainsi que d'autres objets dans le monde entier, formant ainsi un système d'information complet pour la gestion des villes (Su, Li et Fu, 2011; Su et *al.* 2011). Afin de pouvoir drainer les informations envoyées par ces milliards d'objets et de capteurs, le CC joue un rôle fondamental.

Les nouvelles TIC contribuent ainsi à développer des systèmes intelligents de gestion des réseaux, des maisons, des ressources naturelles (comme l'eau et les transports), les soins de santé, ou encore l'énergie (Gubbi et *al.* 2013). Nous assistons à une nouvelle révolution et le CC n'est qu'une partie de cette nouvelle dynamique qui nécessite un cluster de technologies complémentaires. L'interconnexion entre les personnes et les objets pourrait atteindre une échelle et un rythme sans précédent dans un avenir proche.

Cette dynamique conduira à l'accumulation de métadonnées qu'il conviendra de traiter et d'en extraire des informations vitales pour nos sociétés. Ce mouvement est rendu possible grâce à l'émergence du «*Big Data*». Des technologies permettant d'analyser de manière systématique les milliards d'information générés et de les présenter sous un format permettant l'amélioration du fonctionnement des individus et des entreprises a vu le jour. Cette technologie nécessite l'usage du CC et semble même y être strictement lié. De ce point de vue, la détection transparente omniprésente, l'analyse de données, et la représentation de l'information semble avoir un cadre fédérateur : le CC (Hashem et *al.* 2016).

L'Internet des Objets est inévitablement associé avec le *Big Data*. En effet, l'objectif ultime de l'Internet des Objets est de collecter, puis traiter les données émises par les sondes et capteurs intégrés dans les objets connectés. L'Internet des Objets illustre trois aspects du *Big Data* : le Volume, la Variété et la Vitesse des données. Mais au-delà des *Big Data*, l'Internet des objets a également une composante Cloud. En effet pour répondre à ces 3 V générés par les objets connectés, il faut un environnement évolutif (dont l'augmentation de la capacité soit quasi instantanée) et idéalement facturé à l'usage que seul le Cloud peut apporter. Les fournisseurs de service Cloud sont bien placés pour jouer les arbitres dans le monde des objets connectés. Les fournisseurs de PaaS peuvent fournir une plate-forme pour développer des applications communicantes avec les objets connectés. Certains fournisseurs d'équipement connectés peuvent fournir les solutions verticales pour piloter leurs équipements depuis une application SaaS. Comparée au déferlement des *Smartphones*, l'arrivée de l'Internet des Objets aura un effet dominant sur le marché des communications. La convergence entre téléphonie mobile, le Cloud, et objets intelligents est une grande opportunité de marché pour les fournisseurs de Cloud. Tout comme avec le mobile, l'Internet des Objets dépendra fortement du nuage pour assurer la puissance de traitement et de stockage, et l'interconnexion (Roux, 2014). De plus, il n'est pas dans la nature d'un équipementier automobile, d'un fabricant de volets électriques ou de réfrigérateurs de fournir toute l'infrastructure centrale qui hébergera cette masse de données en provenance de ses équipements. Cela relève en effet de la solution Cloud.

## **2. La dynamique d'adoption dans le secteur public est-elle comparable à celle observée dans le secteur privé ?**

Une seconde extension possible dans notre travail serait d'examiner si les facteurs déterminants de l'adoption du CC dans le secteur privé prévalent également dans le secteur public dans les pays émergents. Dans la plupart des pays émergents il existe un gisement de productivité non négligeable dans le secteur public à explorer. Le CC pourrait conduire à l'amélioration des prestations des services du CC. En effet, une étude a été faite dans ce sens mais dans le secteur public Malaisien (Sallehudin et al. 2015) montre que l'avantage relatif, la compatibilité et les connaissances du personnel de TI sont les attributs de l'innovation ainsi que le facteur humain pour l'adoption du CC dans le secteur public malaisien. Cette étude contribue au domaine de la

connaissance de la littérature d'adoption du CC sur les théories de l'adoption de l'informatique en particulier dans le secteur public (Sallehudin et al. 2015).

La gestion publique pourrait bénéficier d'un avantage coût important en utilisant les capacités du CC et surtout éviterait les coûts inutiles d'acquisition, de mise à jour et d'entretien. L'usage déterminerait alors le coût et régulerait les systèmes. Comprendre les freins à l'adoption et les déterminants de l'adoption dans les administrations publiques nous paraît d'une importance capitale pour la modernisation des pays émergents et pour un accroissement de leur compétitivité.

### **3. Quel rôle jouent les compétences numériques dans la diffusion du CC ?**

Une troisième forme d'extension de notre travail consisterait à comprendre le rôle que pourrait jouer les compétences numériques. En effet, notre travail a essayé de comprendre les dynamiques d'adoption des firmes. A cet égard, le questionnaire s'est focalisé sur les firmes et non pas les salariés. Or, comme ce fut le cas en France une étude couplant l'observation des dynamiques des firmes et celle des salariés pourrait nous permettre de mieux appréhender les véritables dynamiques d'adoption et d'usage. Cette extension de notre travail aurait pu cibler les salariés des technologies de l'information. En effet, il est possible de se focaliser dans une future enquête sur des questions qui concernent le positionnement des salariés par rapport au CC. Le point de départ pourrait être les salariés de TI. Nous pourrions identifier leurs usages des TIC et plus précisément la technologie CC. Comment ces derniers perçoivent et adoptent le CC ? Et comme la plupart de ces salariés travaillent dans des entreprises, nous analyserons dans un deuxième temps l'adoption du CC de la part des entreprises sous la perception des salariés. Nous pouvons également procéder autrement et étudier l'adoption du CC et les salariés de TI. En effet, une mauvaise perception du CC de la part des salariés de TI ou la non connaissance de cette technologie pourrait jouer un rôle dans la lente adoption du CC. Des auteurs comme Raza et al. (2015) ont réalisé une enquête sur des salariés de TI à différents niveaux organisationnels. Le résultat de cette enquête établit que les facteurs identifiés tels que la conscience du CC et la peur de la perte d'emplois de la part des salariés en TI ont freiné l'adoption du CC. Une adaptation de cette enquête au contexte de la Tunisie est en cours.

#### **4. Modéliser l'intensité d'usage du CC et ses impacts sur l'organisation interne des firmes**

Une quatrième piste de recherche consisterait à modéliser l'intensité d'usage du CC et non pas la décision d'adoption. En effet, dans nos enquêtes la plupart des variables sont binaires et dichotomiques. Ils ne nous permettent pas d'examiner la profondeur de l'adoption. Des travaux futurs pourraient inclure des variables différentes et plus quantitatives. L'intensité d'usage pourrait être révélée par plusieurs mécanismes. D'une part, on pourrait s'intéresser aux quantités demandées (capacité de stockage), le nombre de salariés dont la fonction est reliée à l'usage du CC, la durée passée dans les opérations relatives au CC, etc... Ces pistes de recherche sont également à l'étude.

De manière concomitante, l'adoption et l'intensité d'usage du CC a un effet important sur l'organisation interne de l'entreprise. Nos données nous ont permis d'exploiter une seule dimension du changement organisationnel et ne nous ont pas permis d'observer d'autres nouvelles pratiques organisationnelles (*NOP : New Organizational Practices*). Au-delà de l'adoption du CC, les gains économiques efficaces dépendent de la capacité des pays émergents d'accélérer les changements organisationnels induits par l'usage de la technologie. L'adoption des nouvelles pratiques organisationnelles a été montrée dans des travaux antérieurs comme concomitante avec l'adoption des TIC (Ben Youssef et al. 2014). Sans des changements d'organisation interne de grande ampleur, l'adoption de nouvelles TI peut entraîner la désorganisation.

Au final, notre essai a tenté de contribuer à l'examen de la littérature de la diffusion des technologies dans un contexte particulier les pays émergents et a permis de conforter la théorie économique de l'équilibre. Les choix d'adoption semblent suivre un choix rationnel où les motifs classiques de coûts et de sécurité prévalent. Il nous restera à tenter d'examiner les décisions des entreprises sur plusieurs années. Cela n'a pas été possible avec les données recueillies par le questionnaire. Une stratégie de recherche consistant à conduire une enquête sur plusieurs années pourrait permettre de déceler des tendances fortes utiles aux décideurs publics et au monde académique.

## Références

Abrahamson, E. et Rosenkopf, L. (1993), « Institutional and competitive bandwagons ». *Academy of Management Review*, Vol 18, pp. 487-517.

Acemoglu, D. (1998), "Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality." *Quarterly Journal of Economics*, Vol 113, n°4, pp. 90-1055.

Aerohive Networks White Paper, (2015), "The Benefits of Cloud Networking". [www.aerohive.com](http://www.aerohive.com).

Akiyama, T., et Furukawa, Y. (2009), "Intellectual Property Rights and Appropriability of Innovation". *Economics Letters*, Vol 103, pp. 138-141.

Allen, F., Carletti, E., Cull, R., Qian, J., Senbet, L., et Valenzuela, P. (2012), « Improving Access to Banking: Evidence from Kenya », contribution à la *Summer Research Conference on Recent Advances in Corporate Finance*, Centre for Analytical Finance, Indian School of Business, Hyderabad.

Alsanea, M., et Wainwright D. (2014), "Identifying The Determinants of Cloud Computing Adoption in A Government Sector\_ A Case Study of SAUDI Organisation". *International Journal of Business and Management Studies*. Vol 6, n°2, pp. 29-43.

Alshamaila, Y., Papagiannidis, S., and Li, F. (2013), "Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England: A multi-perspective framework", *Journal of Enterprise Information Management*, Vol 26, n°3, pp.250–275.

Altschuller, S., et Benbunan-Fich, E. (2009), « Is music downloading the new prohibition? What students reveal through an ethical dilemma ». *Ethics & Information Technology*, Vol 11, pp. 49-56.

Amabile, S., et Gadille, M. (2003), « Les NTIC dans les PME : stratégies, capacités organisationnelles et avantages concurrentiels », *Revue Française de Gestion*, Vol. 29, n°144, pp. 43-63.

Amsden, A. (1986), "The direction of trade-past and présent-and the « Learning effects » of exports to different directions". *Journal of Development Economics*, Vol 23, n°2, pp.74-249.

Anderson, J.R. (1981), *Cognitive Skills and their Acquisition*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey.

Anderson, J. R. (1985), *Cognitive psychology and its implications* (2e éd.). New York, NY: W.H. Freeman.

Ansari, S.M., Fiss, P.C. et Zajac, E.J. (2010), « Made to fit: How practices vary as they diffuse ». *Academy of Management Review*, Vol 35, pp. 67-92.

Antonelli, C. (1985), « The diffusion of an organisational innovation ». *International Journal of Industrial Organization*, Vol 3, n°1, pp.109-118.

Antonelli,C. (2003), "*The economics of innovation, new technologies and structural change*", London, Routledge.

Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A.D., Katz, R.H., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D.A., Rabkin, A., Stoica, I., et Zaharia, M. (2009), "Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing," *Science*, n°53, pp.7-13.

Armbrust, M., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I., Zaharia, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A. et Lee, G. (2010), « A view of cloud computing ». *New York: Association for Computing Machinery*, Vol 53, n°4, pp. 50-58.

Arnaud, C. (2001), « L'affaire Napster ». *Séminaire Internet de Science-Po (Paul Mathias)*.

[http://barthes.ens.fr/scpo/Presentations00-01/Arnaud\\_Napster/Napster.htm](http://barthes.ens.fr/scpo/Presentations00-01/Arnaud_Napster/Napster.htm)

Arora, A., Fosfuri, A et Gambardella, A. (2001), *Markets for Technology*, Cambridge, Mass, MIT Press.

Asian Development Bank Institute. (2001), « Information and Communication Technology (ict) Strategies for Developing Countries », *Executive Summary Series*, pp. 21-27, Singapour.

Autor, D., Levy, F., et Murnane, R.J. (2001), “The skill content of recent technological change : an empirical exploration”. *Mimeo MIT*.

Ayerbe, C., et Chanal, V. (2011), « Quel Management des droits de propriété intellectuelle dans les Business Models Ouverts ? » *Revue française de gestion*. Vol 1, n° 210 pp. 99-115.

Babbage, C., 1830. “Reflections on the Decline of Science in Britain and on Some of its Causes.” In *Quarterly Review Vol. XLIII*, 307–42. New York: Augustus Kelley, 1970.

Bainée, J., et Le Goff, R. (2016), « Le « marché augmenté » de l'énergie, des transports et du numérique », *Innovations*, Vol 2, n°50, pp. 95-118.

Baish, M.A., Curtis, J., Applebaum, J., Bradley, L., Al-Rawaf, F., Greenwood, M., Saylor, C., Cuddihy, J., Udry, S., Bankston, K., Rotenberg, M., Richard, J., Aftergood, S., Fidell, E., Scherr, C., Radack, J., Pratt, L., Foster, T., Chaffee, D., Chodroff, C., Isaac, G., Buttar, S., Price, M., Bertin, J., McCluer, M., Gustius, L., Adair, K., Sonnett, N., Melberth, R., Guinane, K., Patten, W., Fuller, A., Bradshaw, J., Johnson, M., Canterbury, A., Musa, J., Singh, N., Murthy, P., Brook, D., Arrowood, C., Ostrolenk, M., Stein, M.A., Thukral, J., von Breichenruchardt, D., et Kassem, R. (2008), “Liberty and Security: Recommendations for the Next Administration and Congress”. The Constitution Project.

Baker, J. (2011), « The technology-organization-environment framework », in *Dwivedi, Y., Wade, M. and Schneberger, S. (Eds), Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society*, Springer, New York, NY, pp. 231-246.

Barley, S. (1986), « Technology as an occasion for structuring: Evidence from observation of CT scanners and the social order of radiology departments ». *Administrative Science Quarterly*, Vol 31, pp. 78-108.

Barley, S. (1990), « The alignment of technology and structure through roles and networks ». *Administrative Science Quarterly*, Vol 35, pp. 61-103.

Barton, J.H. (1997), “Patents and Antitrust : A Rethinking in Light of Patent Breadth and Sequential Innovations”. *Antitrust Law Journal*, Vol 65, n°2, pp. 449-466.

Basu, K. (2016), “Technologies numériques et développement: un potentiel énorme toujours hors de portée pour 4 milliards d’individus privés d’Internet”. Dans Rapport Banque Mondiale (2016), Washington

Batchelor, R., Bobrowicz, A., Mackenzie, R., et Milne, A. (2012), « Challenges of ethical and legal responsibilities when technologies' uses and users change: Social networking sites, decision-making capacity and dementia ». *Ethics Information Technology*, Vol 14, n°2, pp. 99-108.

Batsale, P. (2010), « Le Logiciel De L’Ordinateur : Propriété Intellectuelle et Stratégies Compétitives ». De Boeck Université I *Innovations*, Vol 2, n° 32, pp. 159-179.

Battisti, G. et Stoneman, P. (2005), “The intra-firm diffusion of new process technologies”. *International Journal of Industrial Organization*, n°23, pp.1-22.

Battisti, G., Canepa, A., et Stoneman, P. (2009), “E-Business usage across and within firms in the UK: profitability, externalities and Policy”. *Research Policy*, Vol 1, n°38, pp. 133-143.

Bécheur, A.B. (1998), « Utilisateur Leader et degré de novation : une contribution à l’amélioration de l’analyse des tests de produits nouveaux ». *Thèse pour le doctorat d’Etat en science de gestion, université Paris-Dauphine*.

Bécheur, A.B., et Gollety, M. (2000), “Who are Lead Users ? An Exploratory Study of their Characteristics”. Convegno « *Le Tendenze Del Marketing in Europa* » Università Ca’ Foscari Venezia.

Belleflamme, P., Omrani, N., et Peitz, M. (2015), « The economics of crowdfunding platforms ». *Information Economics Policy*, Vol 33, pp. 11-28.

Bellon, B. Ben Youssef, A. et M’Henni, H. (2006), « Le maillon manquant entre adoption et usage des TIC dans les fonctions managériales des économies du Sud Méditerranéen », *Revue Française de Gestion*. Vol 166, pp. 173-89.

Bellon, B., Ben Youssef, A., et Mhenni, H. (2007), « Les capacités d’usage des technologies de l’information et de la communication dans les économies émergentes ». *Revue Tiers Monde*, Vol 4, n°192, pp. 919-936.

- Benhamou, F., Farchy, J. (2007), *Droit d'auteur et copyright*. Collection Repères, Edition La Découverte.
- Ben Khalifa, A. (2014), « Déterminants de la diffusion des TIC dans les pays Sud-Méditerranéens: Cas de la Tunisie », *Economics and Strategic Management of Business Process (ESMB)*. Vol 2, pp. 185-190.
- Bensamoun, A., et Zolynski, C. (2015), « Cloud Computing et Big Data. Quel encadrement pour ces nouveaux usages des données personnelles ? », *Réseaux*, Vol 1, n° 189, pp. 103-121.
- Ben Youssef, A. (2004), « Les quatres dimensions de la fracture numérique ». *Réseaux*, n°127.
- Ben Youssef, A., Ben Youssef, H., et Dahmani, M. (2013), “Higher Education Teachers e-Skills and the Innovation Process”. *International Journal of Computer and Information Technology*.
- Ben Youssef, A., Bester, C., Aduba, C., Dahmani, M., et Malan B. (2015b), *Digital Dividend: Building E-skills in Africa. in One Billion People One Billion Opportunities Building Human Capital in Africa*, Agnes Soucat et Mthuli Ncube (eds), Communications Development Incorporated, Washington, D.C. (Chapter 11). AfDB. 2015.
- Ben Youssef, A., Castillo-Merino, D., et Hadhri, W. (2012), “Adoption and usage of ICT by Catalan firms”. *Internet Econometrics*, pp. 288-312.
- Ben Youssef, A., Dahmani, M., et Omrani, N. (2013), “The Determinant of Students e-Skills in Higher Education : Evidence from France in 2010”. *Education and Information Technologies*.
- Ben Youssef A., Hadhri W., et Maherzi T. (2015), “Adoption of cloud computing in emerging countries: the role of the absorptive capacity”. *Systèmes d'information et management*, Vol 20, n°4, pp. 117-142.
- Ben Youssef A., Hadhri W., et Maherzi T. (2016), “E-skills and the adoption of Cloud Computing”. *Thunderbird International Business Review (TIBR)*.

Ben Youssef, A., Hadhri, W., et M'Henni, H. (2009), "Intra-firm diffusion of innovation : Evidence from Tunisian SMEs in matter of information and communication technologies". *ERF 16th Annual Conference, Egypt*.

Ben Youssef, A. Hadhri, W., et M'Henni, H. (2011), « Intra-firm diffusion of innovation: Evidence from Tunisian SME's in matters of Information and Communication Technologies ». *Middle East Development Journal*, Vol 3, n°1, pp. 75-97.

Ben Youssef, A. Hadhri, W., et M'Henni, H. (2014a), « Adoption of Information and Communication Technologies and New Organizational Practices in the Tunisian Manufacturing Sector », *Economics Bulletin*, Vol 34, n°4, pp. 2237-2252.

Ben Youssef, A., Martin, L., et Omrani, N. (2014b), "The complementarities between ICT Use, New Organizational Practices and Workers Contextual Performance: Evidence from Europe in 2005 and 2010". *Revue d'Economie Politique*, Vol. 124, pp. 493-504.

Ben Youssef, A., Peltier-Ben-Aoun, L., et Chaibi, A. (2015a), "E-skills, Brains and Performance of the Firms: ICT and ability of firms to conduct successful projects in Luxembourg", *Journal of Applied Business Research*, Vol 31, n°3.

Blind, K., Edler, J., Frietsch, R., et Schmoch, U. (2006), "Motives to patent : empirical évidence from Germany". *Research Policy*, Vol. 35, pp. 665-672.

Bocquet, R. et Brossard, O. (2007), "The variety of ICT adopters in the intra- firm diffusion process: Theoretical arguments and empirical evidence". *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol 4, n°18, pp. 409-437.

Bojoly, M. (2010), *Cloud privé*. <http://blog.octo.com/cloud-prive-partie-14/>

Borjas, G., et Ramey, V. (1995), "Foreign competition, market power, and wage inequality", *Quarterly Journal of Economics*, Vol 110, n°4.

Boulet-Gercourt, P. (2014), « Airbnb, Uber, Lyft : de l'économie collaborative au business du partage ». Accessible sur :

<http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20140805.OBS5533/airbnb-uber-lyft-de-l-economie-collaborative-au-business-du-partage.html>

Boynton A.C., Zmud R.W. (1994), «The influence of IT management practice on IT use in large corporations», *MIS Quarterly*, Vol. 18, n°3, 299 p.

Bradshaw, S., Millard, C., et Walden, I. (2011), “Contracts for clouds: Comparison and analysis of the terms and conditions of cloud computing services”. *International Journal of Law and Information Technology*, Vol 3, n°19, pp. 187–223.

Bresnahan, T., et Trajtenberg, M. (1995). “General purpose technologies: Engines of Growth ?” *Journal of Econometrics*, Vol 65, n°1, pp. 83-108.

Brill, K. (2009). « The Invisible Crisis in the Data Center: The Economic Meltdown of Moore’s Law ». *Uptime Institute White Paper*.

Broca, S., et Coriat, B. (2015), « Le logiciel libre et les communs. Deux formes de résistance et d’alternative à l’exclusivisme propriétaire ». *Revue internationale de droit économique*, Vol 3, pp. 265-284.

Brooks, C. (2010), « Medical management firm turns to cloud computing ». *Search Cloud Computing*,

<http://searchcloudcomputing.techtarget.com/news/1508378/Medicalmanagementfirm-turns-to-cloud-computing>

Burkhardt, M. E., et Brass, D. J. (1990), « Changing patterns or patterns of change: The effect of a change in technology on social network structure and power ». *Administrative Science Quarterly*, Vol 35, pp.104-127.

Burtescu, E. (2010), « Reliability and security – convergence or divergence ». *Informatica Economica*, Vol 14, n°4, pp.68-77.

Cardebat J.M. (2001), « Ouverture commerciale et marché du travail ». *Annuaire Français des Relations Internationales*, vol 2.

Cardona, M., Kretschmer, T., et Strobel, T. (2013). "ICT and productivity: conclusions from the empirical literature". *Information Economics and Policy*, Vol 25, n°3, pp.109-125.

Chaix, L., et Torre, D. (2015), "Le double rôle du paiement mobile dans les pays en développement", *Revue économique*, Vol 66, n°4, pp. 703-727.

Chaouat, A. (1999), « Un mode de transfert de technologie : le licencing ». In D. Rouach, *Management du transfert de technologie*, PUG, pp. 71-86.

Chari,S. (2009), "Confronting the Data Center Crisis : A Cost-Benefit Analysis of the IBM Computing on Demand (COD) Cloud Offering". *Cabot Partners Group*.

Chen, Y., Paxson, V., et R. Katz. (2010), *What's new about cloud computing security?*. Technical report no. UCB/EECS-2010-5, Electrical Engineering and Computer Sciences Department - University of California at Berkeley: Berkeley.

Chesbrough, H. (2003), *Open Innovation : The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press, Cambridge, MA.

Chigona, W., Robertson, B., et Mimbi, L. (2012). « Synchronised smart phones: The collision of personal privacy and organisational data security ». *South African Journal of Business Management*, Vol 43, n°2, pp.31-40.

Christensen, C. M., et Bower, J. L. (1996), « Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms », *Strategic Management Journal*, Vol. 17, pp. 197-218.

Cloud Security Alliance. (2010), « Top threats to cloud computing ». v1.0. CSA (Cloud Security Alliance), USA.

<https://cloudsecurityalliance.org/topthreats/csathreats.v1.0.pdf>.

Cloud Security Alliance. (2013), "The Notorious Nine Cloud Computing Top Threats in 2013".

[https://downloads.cloudsecurityalliance.org/initiatives/top\\_threats/The\\_Notorious\\_Nine\\_Cloud\\_Computing\\_Top\\_Threats\\_in\\_2013.pdf](https://downloads.cloudsecurityalliance.org/initiatives/top_threats/The_Notorious_Nine_Cloud_Computing_Top_Threats_in_2013.pdf)

Cohen, W.M., et Levinthal, D.A. (1989), « Innovation and learning: The two faces of R&D ». *Economic Journal*, Vol 99, pp. 569-596.

Cohen, W.M., et Levinthal, D.A. (1990), « Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation ». *Administrative Science Quarterly*, Vol 35, n°1, pp. 128-152.

Colin, N., Landier, A., Mohnen, P., et Perrot, A. (2015), « Économie numérique ». *Note du conseil d'analyse économique*, Vol 7, n°26, pp.1-12.

Commission Européenne. (2014), « Comprendre les politiques de l'Union Européenne- Stratégie numérique pour l'Europe », 8 p.

Compagni, A., Mele, V., et Ravasi, D. (2015), « How Early Implementations Influence Later Adoptions of Innovation : Social Positioning and Skill Reproduction in the Diffusion of Robotic Surgery ». *Academy of Management Journal*, Vol 58, n°1, pp.242-278

Coriat, B. (2002), « Du Super 301" aux TRIPS : la "vocation impériale" du nouveau droit américain de la Propriété Intellectuelle ». *Revue d'économie industrielle*, n° 99, pp.179-190.

David, P.A. (1990), « The dynamo and the computer : an historical perspective on the modern productivity paradox », *American Economic Review*, Vol. 80, n°2, pp. 355-361.

David, P. (2011), « Mitigating anticommons harms to science and technology research », SIEPR discussion paper 10-030.

Demil, B., et Lecocq, X. (2003), “Neither market nor hierarchy or network : the emerging bazaar governance. Open Source Community”, *Working paper*, Massachusetts Institute of Technology.

DiMaggio, P. J., et Powell W.W. (1983), «The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields». *American Sociological Review*, Vol 48, pp. 147-160.

Dlodlo, N. (2011), “Legal, Privacy, Security, Access and Regulatory Issues in Cloud Computing”. *Proceedings of the European Conference on Information Management & Evaluation*, pp. 161-168.

Dor, E., et Van Der Linden, B. (2001), "Allocations, sanctions et formations: Leur impact sur la formation des salaires et le taux de sortie du chômage". *Reflets et perspectives économique*, Vol 1, Tome XL, pp. 117-131.

Dupas, P., Keats, A., Green, S., et Robinson, J. (2012), « Supply and Demand Challenges in Banking the Rural Poor, Evidence from Kenya », nber, *Working Paper*, 17851.

Dutton, H. I. (1984), *The Patent System and Inventive Activity during the Industrial Revolution 1750–1852*. Manchester: Manchester University Press.

Edmonson, A.C., Bohmer, R.M., et Pisano, G.P. (2001), « Disrupted routines: Team learning and new technology implementation in hospitals ». *Administrative Science Quarterly*, Vol 46, pp.685-716.

El Demery, N.A.I. (2011), « Asset seeking foreign direct investment : The role of Lead Users » Thèse soutenue à l'Université Paris-Sud 11, Centre de Recherche ADIS (Analyse des Dynamiques Industrielles et Sociales).

Etro, F. (2009), "The Economic Impact of Cloud Computing on Business Creation, Employment and Output in Europe". *Review of Business and Economics*, Vol 54, n°2, pp.179-208.

Etzkowitz, H. and Webster, A. (1995), "Science as Intellectual Property," in Sheila Jasanoff et al. *Handbook of Science and Technology Studies*, Thousand Oaks, SAGE, pp. 480-505.

Eveland, J.D., et Tornatzky, L. (1990), « The deployment of technology ». In Tornatzky, L. & Fleischer, M. (Eds.) *The process of technological innovation*, pp.117-148. Lexington, MA: Lexington Books.

Farchy, J. (2004), "Le contournement du droit d'auteur dans l'univers numérique. Quelles solutions économiques". *Psychologie sociale, traitements et effets des medias*. Vol 5, pp. 243-258.

Featherman, M. S., Miyazaki, A. D., et Sprott, D. E. (2010), « Reducing online privacy risk to facilitate e-service adoption: The influence of perceived ease of use and

- corporate credibility ». *Journal of Services Marketing*, Vol 24, n°3, pp.219-229.
- Fimbel E. (2003), « Les facteurs décisionnels de l'externalisation des systèmes d'information: référentiels théoriques, éléments empiriques et proposition typologique ». *Systèmes d'Information et Management*, Vol 4, n°8, pp. 31-60.
- Foresight Horizon Scanning Centre (2010), *Technology and innovation futures: Technology annex*, Department for Business Innovation & Skills: Londres.
- Foray, D., et Zimmermann J.B. (2001), « L'économie du logiciel libre organisation coopérative et incitation à l'innovation, *Revue Économique*, Vol 52, n°7, pp. 77-93.
- Fouquet, M., et Carle, G. (2009), "Cloud Computing for the Masses Position Paper". *Proceedings of the 1st ACM workshop on User provided networking challenges and opportunities*, pp.31-36.
- Franke, N., et Shah, S. (2003), "How communities support innovative activities: an exploration of assistance and sharing among end users". *Research Policy*, Vol 32, pp. 157-178.
- Franke, N., Von Hippel, E. (2003), "Satisfying heterogeneous user needs via innovation toolkits: the case of apache security software". *Research Policy*, Vol 32, pp. 1199-1215.
- Franke, N., Von Hippel, E., et Schreier, M. (2006), "Finding commercially attractive user innovations: a test of lead-user theory". *Journal of Product Innovation Management*, Vol 23, pp. 301-315.
- Gabrielli, L. (2015), "Récurrence de la crise frontalière : l'exception permanente de l'Espagne". *Cultures & Conflits*, Vol 3, n° 99-100, pp. 75-98.
- Ganguly, A, Nilchiani, R., et Farr, J. (2010), « Defining a Set of Metrics to Evaluate the Potential Disruptiveness of a Technology», *Engineering Management Journal*, Vol 22, n°1, pp. 34-44.
- Gartner. (2009), "Gartner Says Cloud Consumers Need Brokerages to Unlock the Potential of Cloud Services", <http://www.gartner.com/newsroom/id/1064712>
- Gartner. (2012), "Gartner Says Worldwide IT Spending On Pace to Surpass \$3.6 Trillion in 2012", <http://www.gartner.com/newsroom/id/2074815>

Gavetti, G., et Levinthal, D. (2000), « Looking forward and looking backward: Cognitive and experiential search », *Administrative Science Quarterly*, Vol 45, pp.113-137.

Géczy, P., Izumi, N., et Hasida. K. (2012), “Cloudsourcing: Managing Cloud Adoption”. *Global Journal Of Business Research*, Vol 6, n°2, pp. 57-70.

Giuri, P., Mariani, M., Brusoni, S., Crespi, G., Francoz, D., Gambardella, A., Garcia-Fontes, W., Geuna, A., Gonzales, R., Harhoff, D., Hoisl, K., Le bas, C., Luzzi, A., Magazzini, L., Nesta, L., Nomaler, Ö., Palomeras, N., Patel, P., Romanelli, M., Verspagen, B. (2006), « Everything you always wanted to know about inventors (but never asked): Evidence from the PatVal - EU Survey ». *CERP Discussion Paper*. n° 5752.

Goodwin, B. (2013), “Small companies slow to adopt disruptive technologies”. Available at:[http://www.computerweekly.com/blogs/computer\\_weekly\\_data\\_bank/2013/02/small-and-medium-sized-companies.html](http://www.computerweekly.com/blogs/computer_weekly_data_bank/2013/02/small-and-medium-sized-companies.html).

Goscinski, A., et Brock, M. (2010), « Toward Dynamic and Attribute Based Publication, Discovery and Selection for Cloud Computing ». *Future Generation Computer Systems*, Vol 26, n°7, pp. 947-970.

Greenberg, A., Hamilton, J., Maltz, D. A., et Patel, P. (2008), « The cost of a cloud: research problems in data center networks ». *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, Vol 39, n°1, pp. 68-73.

Greve, H.R. (2011), « Fast and expensive: The diffusion of a disappointing innovation ». *Strategic Management Journal*, Vol 32, n°9, pp. 949-968.

Griliches, Z. (1957), “Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change”, *Econometrica*, Vol 48, pp.501–522.

Grobauer, B., Walloschek, T., et Stocker, E. (2011), « Understanding cloud computing vulnerabilities, Security and privacy », *IEEE*, Vol 9, n°2, p. 5057.

Grossman, R. (2009), « The case for cloud computing ». *IT Professional*, Vol 11, n°2,

pp. 23-27.

Groupe Systèmes Et Solutions D'Entreprise. (2007), accessible sur:

[http://www.essgcanada.com/fr/solutions/technology\\_solutions/erms.html](http://www.essgcanada.com/fr/solutions/technology_solutions/erms.html)

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., et Palaniswami, M. (2013), « Internet of Things (IoT): a vision, architectural elements, and future directions ». *Future Generation Computer Systems*, Vol 29, n°7, pp.1645-1660.

Guellec, D., Madiès, T., et Prager, J.C. (2010), « Les marchés de brevets dans l'économie de la connaissance ». *Conseil d'Analyse Economique*.

Gupta, P. Seetharaman, A., et Rudolph Raj, J. (2013), "The Usage and Adoption of Cloud Computing by Small and Medium Businesses". *International Journal of Information Management*, Vol 33, n°5, pp. 861-874.

Hall, B. (2005), "Exploring the Patent Explosion". *Journal of Technology Transfer*, Vol 30, pp. 35-48.

Hall, B., et Ziedonis, R. (2001), "The Patent Paradox Revisited : An Empirical Study of Patenting in the U.S. Semi-Conductors Industry 1979-1995". *RAND Journal of Economics*. Vol 32, pp. 101-28.

Hall, J., et Wagner, M. (2011), "Integrating Sustainability into Firm's Processes: Performance Effects and the Moderating Role of Business Models and Innovation", *Business Strategy and the Environment*.

Hanmer, R. S., McBride, D. T., et Mendiratta, V. B. (2007), « Comparing reliability and security: Concepts, requirements, and techniques ». *Bell Labs Technical Journal*, Vol 12, n°3, pp.65-78.

Harrington S.J., et Guimaraes T. (2005), « Corporate culture, absorptive capacity and IT success». *Information & Organization*, vol 15, n°1, pp. 39-63.

Harris, P., Rettie, R., et Kwan, C. C. (2005), « Adoption and usage of m-commerce: A cross-cultural comparison of Hong Kong and the United Kingdom ». *Journal of Electronic Commerce Research*, Vol 6, n°3, pp. 210-224.

Hashem, I.A.T., Chang, V., Anuar, N.B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., Ahmed, E., Chiroma, H. (2016), "The role of Big data in Smart City". *International Journal of Information Management*. Vol 36, pp. 748-758.

Heckman, J.J. (1976), « The Common Structure of Statistical Models of Truncation, Sample Selection and Limited Dependent Variables and a Simple Estimator for Such Models », in *Annals of Economic and Social Measurement*, Sanford V. Berg (Editor), Vol 5, n°4, pp. 475-492.

Heckman, J. J. (1979), « Sample Selection Bias as a Specification Error », *Econometrica*, Vol 47, n°1, pp.153-161.

Heller, M.A., et Eisenberg, R.S. (1998), « Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research », *Science*, Vol 280, pp. 698-701.

Helpman, E. (1993), "Innovation, imitation and intellectual property rights". *Econometrica*, Vol 61, pp.1247-1280.

Helpman, E. (Ed.). (1998), *General Purpose Technologies and Economic Growth*. MIT Press, Cambridge.

Helvacioğlu Kuyucu. A.D. (2011), "The Playground of Cloud Computing in Turkey." *Procedia Computer Science*, Vol 3, pp 459-463.

Hendrickson, L., Balaguer, A., Ballantyne, D., Baranyai, K., Collins, R., Drake, P., Josipovic, G., Marshall, M., Still, B., Talbot, L., et Verey, B. (2011), « Australian Innovation System ». *Report 2011*.

Hintermann, F. (2010), "Informatique: La Révolution Des Nuages". *L'Expansion Management Review*, Vol 4, n°139, pp. 98-105.

Hofmann, P., et Woods, D. (2010), « Cloud Computing: The Limits of Public Clouds for Business Applications ». *IEEE Internet Computing*, Vol 14, n°6, pp.90-95.

Hollenstein, H., et Wörter, M. (2008), "Inter- and intra-firm diffusion of technology: The example of E-commerce: An analysis based on Swiss firm-level data". *Research Policy*, Vol 37, n°3, pp. 545-564.

Horrigan, J.B. (2008), "Cloud computing Takes Hold as 69% of All Internet Users have Either Stored Data Online or Used a Web-Based Software Application". *The Pew Internet & American Life Project, Pew Research Center*.

Hsu, P., Ray, F., et Li-Hsieh, S. (2014), "Examining Cloud Computing Adoption Intention, Pricing Mechanism and Deployment Model". *International Journal of Information Management*. Vol 34, pp. 474-488.

Innovate America : National Innovation Initiative Summit and Report Council on Competitiveness. (2004), Available at:

[http://www.compete.org/images/uploads/File/PDF%20Files/NII\\_Innovate\\_America.Pdf](http://www.compete.org/images/uploads/File/PDF%20Files/NII_Innovate_America.Pdf)

Innovation Week. (2014), "De l'économie collaborative au crowdfunding!" Accessible sur:

<http://innovationweek.org/france/2014/09/08/leconomie-collaborative-au-crowdfunding/>

INS. (2012), Enquêtes nationale sur les activités économiques, Tunis.

Iyer, B., et Henderson, J. (2010), "Preparing for the future: understanding the seven capabilities cloud computing", *MIS Quarterly Executive*, Vol 2, n°9, pp.117-131.

Jackson, K. (2011), "The Economic Benefit of Cloud Computing". Available at: <http://www.njvc.com/resource-center/white-papers-and-case-studies/economic-benefit-cloud-computing>.

Jaeger, P.T., Lin, J., et Grimes, J.M. (2008), "Cloud computing and information policy: Computing in a policy cloud?" *Journal of Information Technology & Politics*, Vol 5, n°3, pp.269-283.

Jahangir, N., et Begum, N. (2007), « Effect of perceived usefulness, ease of use, security and privacy on customer attitude and adaptation in the context of E-banking ». *Journal of Management Research*, Vol 7, n°3, pp.147-157.

Jain, V. (2011), « How the cloud resonates with business today ». *Siliconindia*, Vol 14,

n°10, pp.22-23.

Janic, M., Wijbenga, J. P., et Veugen, T. (2013), « Transparency Enhancing Tools (TETs): An Overview ». *3rd International Workshop on Socio-Technical Aspects in Security and Trust (STAST)*, pp.18-25.

Jaques, R. (2012), “SLA-Service Level Agreement. Marche à suivre”. *Groupement Romand de l’informatique*, Lausanne, pp. 1-10.

Ja-Shen Chen, Ching R.K.H., et Chen J. (2004), « An Empirical Study of the Relationship of IT Intensity and Organizational Absorptive Capacity on CRM Performance ». *Journal of Global Information Management*, Vol 12, n°1, pp.1-17.

Johnson, W.R. (1985), “The economics of copying”. *Journal of Political Economy*, Vol. 93, n°1, pp. 158-174.

Joseph, K. (2015), “Mise au point d’une application de téléchargement en Peer to Peer”. Mémoire de master en Informatique, option: Réseaux et Systèmes Distribués. Université Abou Bakr Belkaid- Tlemcen-Algérie.

Julien, N., et Zimmermann, J-B. (2002), « Le logiciel libre : une nouvelle approche de la propriété intellectuelle ». *Revue d’économie industrielle*. Vol 99, pp. 159-178.

Karshenas, M., et Stoneman, P. (1993), “Rank, stock order and epidemic effects in the diffusion of new process technologies, an empirical model”, *Rand Journal of Economics*, Vol 24, n°4, pp 503-528.

Karshenas, M., et Stoneman, P. (1995), « Technological diffusion ». In: Stoneman, P. (Ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell, Cambridge.

Katzan, H. (2010), “On An Ontological View of Cloud Computing”. *Journal of Service Science*, Vol. 3, n°1.

Katz, R., Goldstein, P., et Yanosky, R. (2010), « Cloud computing in higher ». *EDUCAUSE*. <http://net.educause.edu/section/params/conf/CCW10/highered.pdf>.

Katz, M., et Shapiro, C. (1985), “Network externalities, competition and compatibility”,

*AER*, Vol. 75, n° 3.

Kaufman, M. (2013), « Les avantages de la migration vers des services logiciels middleware modernes ». *Un livre blanc d'Hurwitz (Hurwitz and Associates)*.

Kennedy, M., et Fiss, P. (2009), « Institutionalization, framing and the logic of adoption and implementation decisions ». *Academy of Management Journal*, Vol 52, pp. 897-918.

Kim, B. C., et Park, Y. W. (2012), « Security versus convenience? An experimental study of user misperceptions of wireless Internet service quality ». *Decision Support Systems*, Vol 53, n°1, pp.1-11.

Knights, D. et Vudurbakis, T. (2005), « Information technology as organization/disorganization ». *Information and Organization*, Vol 15, pp.181-184.

Kock, N. (2004), « The psychobiological model: Towards a new theory of computer-mediated communication based on Darwinian evolution ». *Organization Science*, Vol 15, n°3, pp.327-348.

Krugman, P. (2000), "Technology, Trade and Factor Prices". *Journal of International Economics*, Vol 50, n° 1, pp. 51-71.

Kundra, V. (2011), "Federal Cloud Computing Strategy",

<http://www.cio.gov/documents/Federal-Cloud-Computing-Strategy.pdf>

Lacity, M., et Willcocks, L. (2013), « Outsourcing business processes for innovation », *MIT Sloan management review*, Vol 54, n°3, pp. 63-69.

Lallement, R. (2008), « Politique de brevets : l'enjeu central de la qualité face à l'évolution des pratiques ». *Centre d'Analyse Stratégique, Revue Horizons Stratégiques*, n°7.

Lallmahamood, M. (2007), « An examination of individual's perceived security and privacy of the Internet in Malaysia and the influence of this on their intention to use E-commerce: Using an extension of the technology acceptance model ». *Journal of Internet Banking & Commerce*, Vol 12, n°3, pp.1-26.

Lane, P. J., Koka, B. R., et Pathak, S. (2006), « The reification of absorptive capacity: A critical review and rejuvenation of the construct », *Academy of Management Review*, Vol 31, n°4, pp. 833-863.

Lane P.J., et Lubatkin M. (1998), « Relative absorptive capacity and inter organizational learning». *Strategic Management Journal*, Vol. 19, n°5, 461 p.

Langlois, R. N., et Steinmuller, W. E. (2000), « Strategy and circumstance: The response of American firms to Japanese competition in semiconductors, 1980–1995». *Strategic Management Journal*, Vol 21, pp. 1163-1173.

LaRose, R., et Eastin, M. S. (2004), « A social cognitive theory of Internet uses and gratifications: Toward a new model of media attendance ». *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, Vol 48, n°3, pp. 358-372.

Leavitt, N. (2009), « Is cloud computing really ready for prime time? » *Computer*, Vol 42, n°1, pp.15-20.

Le Bas, C. (2002), « Fonctionnement, transformation et tension du système de brevet ». *Revue d'Economie Industrielle*, n°99.

Le Bas, C. (2007), *Economie et management du brevet. Le système de brevet dans l'économie contemporaine*. Economica, Paris.

Le Bas, C. (2009), “Droits de propriété intellectuelle et développement. Quelques repères et analyse préliminaire sur l'économie post-TRIPS.” *Mondes en développement*. Vol 3, n°147, pp.45-58.

Le Bas, C., et Pénin, J. (2015), “Brevet et innovation: comment restaurer l'efficienc dynamique des brevets? ” *Revue d'Economie Industrielle*, n°151, pp. 127-160.

Le Bas, C., et Szostak, B. (2016), “Méthodes d'appropriation de l'innovation. Le cas d'une PME de télémédecine à l'ère du numérique”. *Revue française de gestion*, Vol 1, n° 254, pp. 129-145.

Lee, J. (2004), “Discriminant analysis of technology adoption behaviour: a case of Internet technologies in small businesses”, *Journal of Computer Information Systems*. Vol 44, n°4, pp. 57-66.

Le Goff, R. (2000), *Mutation informationnelle et politique territoriale – Eléments de théorie des marchés et des organisations appliqués au Département de la Manche*, Thèse de Doctorat en Sciences Economiques de l'Université Paris 1 Panthéon Sorbonne.

Lenk. A., Klems. M., Nimis. J., Tai. S., et Sandholm. T. (2009), « What's inside the cloud? An architectural map of the cloud landscape ». *In Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Software Engineering Challenges of Cloud Computing, CLOUD '09*, pp.23-31, IEEE Computer Society, Washington DC, USA.

Lévêque, F., Menière, Y. (2003), *Economie de la Propriété Intellectuelle*. Collection Repères, Edition La Découverte.

Lévêque, F. (2007), « La normalisation et le droit de la concurrence face au hold-up ». *Revue Lamy Concurrence*, n°12, pp.170-175.

Li, Q., Wang, C., Wu, J., Li, J., et Wang, Z.Y. (2011), « Towards the business-information technology alignment in cloud computing environment: An approach based on collaboration points and agents ». *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol 24, n°11, pp.1038-1057.

Li, Y., Liu, Y., et Ren, F. (2007), « Product innovation and process innovation in SOEs: Evidence from the Chinese transition ». *The Journal of Technology Transfer*, Vol 32, pp.63-85.

Lian, J.W., Yen, D.C., et Wang, Y.T. (2014), "An exploratory study to understand the critical factors affecting the decision to adopt cloud computing in Taiwan hospital," *International Journal of Information Management*, Vol 34, n°1, pp. 28-36.

Liebowitz, S. (2002), "Copyright, Privacy and Fair Use in the Networked Age". *Cato Policy Analysis*, pp. 438.

Liénart, S., et Castiaux, A. (2012), "Innovation et respect environnemental sont-ils compatibles? Le cas du secteur des TIC". *Reflets et perspectives de la vie économique*, Vol 4, Tome LI, pp. 77-96.

Lilien, G.L., Morrison, P.D., Searls, K., Sonnack, M., et Von Hippel, E. (2002), "Performance assessment of the lead user idea-generation process for new product development". *Management Science*, Vol 48, n°8, pp. 1042-1059.

Lin, A., et Chen, N.C. (2012), "Cloud Computing as an Innovation : Perception, Attitude, and Adoption". *International Journal of Information Management*, Vol 32, n°6, pp 533-540.

Lin, G., Fu, D., Zhu, J., et Dasmalchi, G. (2009). « Cloud computing: IT as a service ». *IT Professional*, Vol 11, n°2, pp.10-13.

Liotard, I. (1999), « Les droits de propriété Intellectuelle, une nouvelle arme stratégique des firmes ». *Revue d'Economie Industrielle*, Vol 89, n°1, pp.69-84.

Liotard, I. (2007), « Les nouvelles facettes de la propriété intellectuelle : stratégie, attaques et menaces ». *Revue Management & Science Sociales*, n°4, pp.1-14.

Liu, F., Tong, J., MAO, J., Bohn, R., Messina, J., Badger, L., et Leaf, D. (2011), « NIST Cloud Computing Reference Architecture » *Recommendation of the National Institute of Standards and Technology*, Special publication. 500-292, 35p.

Liu, Y., Sheng, X., et Marston, S.R. (2015), « The impact of client-side security restrictions on the competition of Cloud Computing services ». *International Journal of Electronic Commerce*. Vol 19, n°3, pp.90-117.

Lombard, D. (1998), « Le brevet pour l'innovation : rapport sur la propriété intellectuelle ». *Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie*.

Lorenz, E. (2013), « Innovation, work Organisation and Systems of Social Protection ». Jan Fagerberg, Ben R. Martin, and Esben Sloth Andersen. *Innovation Studies: Evolution and Future Challenges*, Oxford University Press, pp.71-89.

Low, C., Chen, Y., et Wu, M. (2011), "Understanding the determinants of cloud computing adoption". *Industrial Management and Data Systems*, Vol 111, n°7, pp.1006-1023.

Lubar, S., 1990. "New, useful, and nonobvious". *Invention & Technology*. Vol 6, n°1, pp.9-16.

Luftman, J. et Zadeh, H. S. (2011), « Key information technology and management issues 2010-11: an international study ». *Journal of Information Technology*, Vol 26, pp.193-204.

Lumsden, J.R.I., et Gutierrez, A. (2013), “Understanding The Determinants of Cloud Computing Adoption Within The UK”. *European, Mediterranean and Middle Eastern Conference on Information Systems (Windsor, United Kingdom)*, pp. 1-16.

Lundvall, B. Å. (1988), « Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the national innovation systems», In G. Dosi, C. Freeman, R. R. Nelson, G. Silverberg, and L. Soete (Eds.), *Technology and economic theory*. London: Pinter Publishers.

Lüthje, C. (2004), “Characteristics of innovation users in a consumer goods field an empirical study of sport-related product consume”. *Technovation*, Vol 24, p. 683-695.

Lüthje, C., et Herstatt, C. (2004), “The lead user method : an outline of empirical finding and issues for future research”. *R&D Management*, Vol 34, n°5.

Machlup, F et Penrose, E. (1950), « The Patent Controversy in the Nineteenth Century ». *The Journal of Economic History*. Vol 10, n°1, pp. 1-29.

MacLeod, C. (1988), *Inventing the Industrial Revolution: The English Patent System, 1660-1800*. Cambridge: Cambridge University Press.

Madhi, A ; Shqau.G et Lekaj. A. (2014), « Analysis of Costs and Benefits of Cloud Computing ». *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. MCSER Publishing Rome-Italy, Vol 3, n°3, pp. 259-268.

Mahesh, S., Landry, B. J. L., Sridhar, T., et Walsh, K. R. (2011), « A decision table for the cloud computing decision in small business ». *Information Resources Management Journal*, Vol 24, n°3, pp.9-25.

Malissard, P. (2010), “La propriété intellectuelle: origine et evolution”. Chapitre 5 de l’ouvrage: *Propriété intellectuelle et université. Entre la privatization des idées et la libre circulation des saviors*. Presses de l’Université du Québec.

Mansfield, E. (1963a), « Intra-firm Rates of Diffusion of an Innovation ». *The Review of*

*Economics and Statistics*. XLV, pp. 348-359.

Mansfield, E. (1963b), « The speed of response of firms to new techniques ». *Quarterly Journal of Economics*. Vol 77, n°2, pp. 290-309.

Mansfield, E. (1989), « The diffusion of industrial robots in Japan and in the United States », *Research Policy*, Vol 18, pp. 183-192.

Maresova.P., et Puzova.K., (2014). « Application of the Cost Benefit Analysis method in Cloud Computing in the Czech Republic ». *Social and Behavioral Sciences*. 109 pp. 674-678.

Maresova, P., et Kuca, K. (2015), « Assessing the Effectiveness of Cloud Computing in European Countries ». *Proceedings of the 4th International Conference on Computer Engineering and Networks*, Ed.Wong, W .E. Vol 355 of the series Lecture Notes in Electrical Engineering pp. 769-775.

Marquer, F. (1985), *Innovation et management des brevets*. Paris, Les Editions d'Organisation.

Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., et Ghalsasi, A. (2011), « Cloud Computing-The business perspective », *Decision Support Systems*, Vol 51, n°1, pp. 176-189.

Mascreé Heguy Associés, société d'avocats. (2009), « Cloud Computing : aspects juridiques de l'informatique dans les nuages ». Accessible sur :

[http://www.mascreheguy.com/htm/fr/conseils/conseil\\_cloud\\_computing\\_aspects\\_juridiques.html](http://www.mascreheguy.com/htm/fr/conseils/conseil_cloud_computing_aspects_juridiques.html)

May, C. (2002), « Venise : Aux origines de la propriété intellectuelle ». *L'économie politique*, Vol 2, n°14, pp. 6-21.

McAfee, A. (2011), « What every CEO needs to know about the cloud ». *Harvard Business Review*, Vol 89, n°11, pp.124-132.

McFadden, D. (1981), *Econometric models of probabilistic choice*. in C. F. Manski and D. McFadden, eds, 'Structural Analysis of Discrete Data with Economic Applications', MIT Press, Cambridge, MA, pp. 198-272.

Meeker, M., et De Puy, C. (1996), *The Internet Report*. Harper Business, New York, pp. 1-9.

Meeus M. T. H., Oerlemans L. A. G., et Hage J. (2001), « Patterns of Interactive Learning in a High-tech Region », *Organization Studies*, Vol. 22, n°1, 145 p.

Mell, P. et Grance, T. (2011), « The NIST definition of cloud computing ». Available at: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>.

Mentz, J.C. (1999), « Defining Technological Innovation », chapter 2 PhD Thesis, *University of Pretoria*.

Metzler, J. (2012), « The 2012 Cloud Networking Report ». *Editorial/Analyst Division Products*. Available at : [http://www.ipanematech.com/library/AR\\_Jim\\_Metzler\\_2012\\_Cloud\\_Networking\\_Report.pdf](http://www.ipanematech.com/library/AR_Jim_Metzler_2012_Cloud_Networking_Report.pdf)

Microsoft RSLN. (2012), « "Crowdfunding", décryptage d'un phénomène en pleine croissance ». Accessible sur:

<https://rslnmag.fr/cite/crowdfunding-decryptage-d-un-phenomene-en-pleine-croissance/>

Mikkilineni, R., et Sarathy, V. (2009), "Cloud Computing and the Lessons from the Past, Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises". *18th IEEE International Workshops*, pp. 57-62.

Milgrom, P., et Roberts, J. (1990), « The economics of modern manufacturing: Technology, strategy, and organization », *American Economic Review*, Vol. 80, n°3, p. 511-528.

Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie (MEFI). (2011), *Technologies Clés 2015*, MEFI : Paris.

Mokyr, J. (2009), "Intellectual Property Rights, the Industrial Revolution, and the Beginnings of Modern Economic Growth". *American Economic Review*. Vol 99, n° 2, pp. 349-355.

Morabito, V. (2015), « Big data and analytics for government innovation ». *In Big data*

*and analytics*. pp. 23-45. Springer.

Morgan, L., et Conboy, K. (2013), "Key Factors Impacting Cloud Computing Adoption," *Computer*, Vol 46, n°10, pp 97-99.

Morrison, P.D. (1994), "A study of the relationship of leading edge users to opinion leader". *Working Paper*, n° 94-001, *University of New South, Australie*.

Morrison, P.D., Roberts, J.H., et Von Hippel, E. (2000), "Determinants of user innovation and innovation sharing in a local market". *Management Science*, Vol 46, n°12, pp. 1513-1527.

Morrison, P.D., Roberts, J.H., et Midgley, D.F. (2004), "The nature of lead users and measurement of leading edge status". *Research Policy*, Vol 33, pp. 351-362.

Mouelhi Ben Ayed, R. (2009), « Impact of the adoption of Information and Communication Technologies on firm efficiency in the Tunisian manufacturing sector ». *Economic Modelling*, Vol 26, n°5, pp. 961-967.

Mussa, M., et Rosen, S. (1978), "Monopoly and Product Quality". *Journal of Economic Theory*, Vol 18, pp 301-317.

Naldi, M., et Mastroeni, L. (2014), « Economic decision criteria for the migration to Cloud storage ». *European Journal of Information Systems*, pp.1-13.

Nanath, K., et Pillai, R. (2013), « A Model for Cost-Benefit Analysis of Cloud Computing ». *Journal of International Technology and Information Management*, Vol 22, n°3, pp. 93-118.

Nelson, R., et Winter, S.G. (1977), "In Search of a Useful Theory of Innovation." *Research Policy*, n°5, pp. 36-76.

Neves, F. T., Marta, F. C., Correia, A. M. R., et De Castro, N. (2011), « The adoption of cloud computing by SMEs: Identifying and coping with external factors ». *In Paper presented at 11a Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação (CAPSI) – A Gestão de Informação na era da Cloud Computing*, Lisboa, pp.19-21.

NIST (National Institute of Standards and Technology). (2009), « Working Definition

of Cloud Computing ». *US Government*.

NIST. (2010), “Cloud Computing Use Cases”, <http://collaborate.nist.gov/twiki-cloud-computing/bin/view/CloudComputing/UseCaseCopyFromCloud>

NIST. (2010), “Recommended Security Controls for Federal Information Systems and Organizations”,

[http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-53-Rev3/sp800-53-rev3-final\\_updated\\_errata\\_05-01-2010.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-53-Rev3/sp800-53-rev3-final_updated_errata_05-01-2010.pdf)

Nonaka I., et Takeuchi H. (1995), *La connaissance créatrice*, De Boeck Université by Oxford University Press Paris.

Nye Mal Regerings Grundlag, UK Regeringen II. (2005), *Government Printing Office*, Copenhagen, Denmark.

OCDE (Organisation de Coopération et de Développement économiques). (2003), “Brevets et Innovation: Tendances et Enjeux pour les Pouvoirs Publics”.

OCDE. (2005), Oslo Manual: *Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Ed, OECD, Paris.

OCDE. (2012), “*Science, Technologie et Industrie: Perspectives de l’OCDE 2012*”. Editions OCDE.

OCDE. (2014), “National Intellectual Property Systems”. *Innovation and Economic Development*. Editions OCDE, Paris.

OCDE, (2014), “Politiques des brevets et systèmes de DPI”. *Science, Technologie et Industrie: Perspectives de l’OCDE 2014*.

OCDE. (2015), “*Science, Technologie et Industrie: Perspectives de l’OCDE 2014*”. Editions OCDE, Paris.

Oliveira, T., Thomas, M., et Espadanal, M. (2014), “Assessing the Determinants of Cloud Computing Adoption: An Analysis of the manufacturing and Services Sectors”. *Information and Management*, Vol 51, n°5, pp. 497-510.

Olson, E.L., et Bakke, G. (2001), "Implementing the lead user method in a high technology firm : a longitudinal study of intentions versus actions". *The Journal of Product Innovation Management*, Vol 18, pp. 388-395.

OMPI (Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle). (2012),

[http://www.wipo.int/export/sites/www/freepublications/en/intproperty/941/wipo\\_pub\\_941\\_2012.pdf](http://www.wipo.int/export/sites/www/freepublications/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2012.pdf)

OMPI. (2013), page Internet sur les statistiques concernant les brevets, [www.wipo.int/ipstats/en/statitics/patents](http://www.wipo.int/ipstats/en/statitics/patents), et offices nationaux des brevets.

OMPI. (2013), « Economics and Statistics Series », *World Intellectual Property Indicators*.

OMPI. (2014), "Augmentation record des dépôts de demandes internationales de brevet en 2013 sous l'impulsion des Etats-Unis d'Amérique et la Chine". Genève.

[http://www.wipo.int/pressroom/fr/articles/2014/article\\_0002.html](http://www.wipo.int/pressroom/fr/articles/2014/article_0002.html)

Orakwue, E. (2010), « Private Clouds: Secure Managed Services ». *Information Security Journal*, Vol 19, n°6, pp. 295-298.

Ozer, M. (2009), "The roles of product lead-users and product experts in new product evaluation". *Research Policy*, Vol 38, pp. 1340-1349.

Pan, M.J., et Jang, W.Y. (2008), "Determinants of the adoption of enterprise resource planning within the technology-organisation-environment framework: Taiwan's communications industry". *Journal of Computer Information Systems*, Vol 48, n°3, pp. 94-102.

Park, W. G. et Lippoldt, D. (2003), « Incidence des droits de propriété intellectuelle sur l'investissement direct étranger et le commerce dans les pays en développement », *Documents de l'OCDE*, numéro spécial sur la politique des échanges. Vol 4, n°11, p 294.

Park, W. G. et Lippoldt, D. (2004), « Licences internationales et renforcement des droits de propriété intellectuelle dans les pays en développement », *Document de travail no 10 de l'OCDE sur la politique des échanges*, n°31, OCDE, Paris, disponible à l'adresse :

[www.oecd.org/trade](http://www.oecd.org/trade), sous le rubrique « documents de travail ».

Park, W. G., Lippoldt, D. (2005), « Licences internationales et renforcement des droits de propriété intellectuelle dans les pays en développement au cours des années 90 ». *Revue économique de l'OCDE*, Vol 1, n°40, pp. 9-57.

Pascaud, D., Piotraut, J.L. (1994), « *Protéger et valoriser l'innovation industrielle* ». Lavoisier.

Payton, S. (2010), « Fluffy logic ». *Financial Management*, pp.22-25.

Perbal, B. (2013), « La brevetabilité de l'innovation » *Mémoire de master 2 (Droit de la propriété intellectuelle et des nouvelles technologies) à l'Université de Nice- Sophia-Antipolis. Institut Universitaire Professionnalis.*

Peter, M., et Tim, G. (2010), « The NIST Definition of Cloud Computing ». *Association for Computing Machinery. Communications of the ACM*. NewYork: Association for Computing Machinery.

Pfister, E., Combe, E. (2001), « Le renforcement international des droits de propriété intellectuelle ». *Economie Internationale*. Vol 1, n° 85, pp. 63-81.

Phaphoom, N., Oza, N., Wang, X., Abrahamsson, P. (2012), « Does cloud computing deliver the promised benefits for it industry? ». *In: Proceedings of the WICSA/ECSA Companion Volume*. ACM, New York, NY, USA, pp.45-52.

Phaphoom, N., Wang, X., Abrahamsson, P. (2013), « Towards a conceptual framework for assessing the benefits of cloud computing ». *In: Software Business. From Physical Products to Software Services and Solutions. Lecture Notes in Business Information Processing*, Vol 150. Springer, Berlin, Heidelberg, pp.141-152.

Phaphoom N., Wang, W, Samuel, S., Helmer, S., et Abrahamsson, P. (2015), « A survey study on major technical barriers affecting the decision to adopt cloud services ». *The Journal of Systems and Software*, Vol 103, pp. 167-181.

Pillou, F. (2015), « Customer RelationShip Management- Gestion de la relation client » issu de *CommentCaMarche* ([www.commentcamarche.net](http://www.commentcamarche.net)).

Prager, F. D. (1944), « A History of Intellectual Property from 1545 to 1787 », *Journal of the Patent Office Society*. Vol 11, n° 26, pp. 711-760.

Rafique, K., Tareen, A.W., Saeed, M., Wu, J., et Qureshi, S.S. (2010), « Cloud computing economics opportunities and challenges ». *4th IEEE International Conference on Broadband Network and Multimedia Technology (IC-BNMT)*, pp. 401-406.

Rainelli, M. (2003), *La nouvelle théorie du commerce internationale*. Collection : Repères. Editeur : La Découverte, 3ème édition Paris, p.122.

Rallet, A., et Rochelandet, F. (2005), « La fracture numérique : une faille sans fondement ? » *Réseaux*, vol. 22, n°127, pp.19-54.

Rallet, A., et Rochelandet, F. (2015), « Présentation ». *Réseaux*, n°189, pp.9-12.

Rallet, A., Rochelandet, F., et Zolynski, C., (2015), « De la *Privacy by Design* à la *Privacy by Using* ». *Réseaux*, n°189, pp.15-46.

Rangan, K., Cooke, A., Post, J., et Schindler, N. (2008), « The Cloud Wars: \$100+ billion at stake ». *Tech. rep.*, Merrill Lynch.

Ransome, J.F., et Rittinghouse, J.W. (2010), *Cloud computing: Implementation, management and security*. CRC Press, Florida.

Rapport Banque Mondiale. (2016), “Technologies numériques et développement: un potentiel énorme toujours hors de portée pour 4 milliards d’individus privés d’Internet”. Washington. Accessible sur:

<http://www.banquemondiale.org/fr/news/press-release/2016/01/13/digital-technologies-huge-development-potential-remains-out-of-sight-for-the-four-billion-who-lack-internet-access>

Ratten, V. (2012), “Entrepreneurial and ethical adoption behaviour of Cloud Computing”. *Journal of High Technology Management Research*, Vol 23, pp. 155-164.

Raval, V. (2010), « Risk landscape of cloud computing », *ISACA Journal*, Vol.1.

Raza, M.H. Adenola, A.F. Nafarieh, A., et Robertson, W. (2015), « The Slow Adoption of Cloud Computing and IT Workforce ». *Procedia Computer Science*, Vol 52, pp. 1114-1119.

Reese, G. (2009), « Cloud application architectures»,  
<http://www.salesforce.com/uk/saas>

Regalado, A. (2011). « Who coined the term “cloud computing?” » *The Business Technology Forum*, <http://www.thebusinesstechnologyforum.com/2011/10/who-coined-the-term-cloud-computing/>.

Remiche. B. (2002), « Révolution technologique, mondialisation et droit des brevets ». *Revue internationale et de droit économique*, n°83, pp.125-139.

Rengot, N. (2015), « La Silver Économie : un nouveau modèle économique en plein essor ». *Géoéconomie*, Vol 4, n°76, pp.43-54.

Richard, N. (2015), “Protection de l’information: pourquoi et comment sensibiliser”. *Sécurité et Stratégie*, Vol 1, n°20, pp. 83-86.

Rivard, S., et Aubert, B. (2007), *Information Technology Outsourcing, Advances in Management Information Systems*, Vladimir Zwass Series Editor. Rogers, E.M. (1995). “Diffusion of innovations”, D. W. Stacks & M. B. Salwen, eds., Free Press.

Rochelandet, F. (2006), « La propriété intellectuelle aggrave-t-elle les fractures numériques ? » *Revue Terminale*, n° 95-96, pp. 95-111.

Rogers, E.M. (1983), *Diffusion of Innovations*. The Free Press, New York, 3ème édition.

Rogers, E.M. (1995), *Diffusion of Innovation*. The Free Press, New York, 4ème édition.

Rogers, E.M. (2003), *Diffusion of Innovation*. The Free Press, New York, 5ème édition.

Rohlfs, J. (1974). « A theory of interdependent demand for a communications service ». *Bell Journal of Economics*, Vol 5, pp.16–37.

Ronnen, U. (1991), « Minimum quality standards, fixed costs and competition ». *Rand*

*Journal of Economics*, Vol 22, pp. 490-504.

Rotman, D. (2013), « How Technology is Destroying Jobs », *MIT Technology Review*, n° 12.

Roux, P. (2014), “Le Cloud et l’Internet des Objets”. Paroles D’Expert/ Vision et Stratégie.

<http://www.cloud-experience.fr/cloud-linternet-objets/>

Ryan, C., et Rao, U. (2008), « Holiday users of the Internet ease of use, functionality and novelty ». *International Journal of Tourism Research*, Vol 10, n°4, pp. 329-339.

Sachs J., et Shatz H. (1994), « Trade and Jobs in US Manufactures », *Brookings Papers on Economic Activity*, n° 1, pp. 1-84.

Sallehudin, H., Razak, R.C., et Ismail, M. (2015), “Factors Influencing Cloud Computing Adoption in the Public Sector: An Empirical Analysis”. *Journal of Entrepreneurship and Business*, Vol 3, n°1, pp. 30-45.

Sanger, D.E., et Markoff, J. (2009), « Obama Outlines Coordinated Cyber-Security Plan ». in *The New York Times*. New York, 10 p .

Sawyer, R. (2004), « Calculating total power requirements for data centers ». *American Power Conversion*, Tech. Rep.

Saya, S., Pee, L., et Kankanhalli, A. (2010), « The Impact of Institutional Influences on Perceived Technological Characteristics and Real Options in Cloud Computing Adoption ». *Proceedings of International Conference on Information Systems (ICIS)*, St. Louis, USA.

Scheid, F., et Charue-Duboc, F. (2011), “Le rôle des Lead Users dans le processus d’innovation logicielle”. *Revue française de gestion*, Vol 1, n°210, pp.133-147.

Schumpeter, J. (1934), *The Theory of Economic Development*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Scotchmer, S. (2004), *Innovation and Incentives*, Cambridge (USA), MIT Press.

Sell, S., et May, C. (2001), "Moments in law: contestation and settlement in the history of intellectual property ". *Review of International Political Economy*. Vol 8, n°3 pp. 467-500.

Sherman, B., et Bently, L. (1999), *The Making of Modern Intellectual Property Law: the British experience 1760-1911*. Cambridge: University Press, Cambridge Studies Intellectual Property Rights, xx, 242 p.

Siegele, L. (2008). « Let it rise: A special report on corporate IT ». *Economist Newspaper*

Silva, F., Ramello, G.B. (2000), "Sound recording market : the ambiguous case of copyright and piracy". *Industrial and Corporate Change*, Vol. 9, n°3, pp.415-442.

Slabeva, K.S., Wozniak, T., et Ristol, S. (2010), *Grid and cloud computing: a business perspective on technology and applications*. New York, Springer Press, 274 p.

Sobragi, C.G., Gastaud Maçada, A.C., et Oliveira, M. (2014), « Cloud Computing Adoption : A Multiple Case Study". *BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos*, Vol 11, n°1, pp. 75-91.

Sotomayor, B., Montero, R. S., Llorente, I. M., et Foster, I. (2009), « Virtual Infrastructure Management in Private and Hybrid Clouds ». *IEEE Internet Computing*, Vol 13, n°5, pp.14-23.

Spender. J.C. (1996), *Competitive advantage from tacit knowledge? Unpacking the concept and its strategic implications*. In B. Moingeon and A. Edmondson (eds.), *Organizational Learning and Competitive Advantage*. Sage, Newbury Park, CA.

Subashini, S., et Kavitha, V. (2011), « A Survey of Security Issues in Service Delivery Models of Cloud Computing ». *Journal of Network and Computer Applications*, Vol 34, n°1, pp.1-11.

Su, K., Li, J., et Fu, H. (2011), « Smart city and the applications ». *Paper presented at the 2011 International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC)*.

Su, K., Li, J., Fu, H., et Ieee. (2011), « Smart city and the applications ». *International*

*Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC)*, pp.1028-1031.

Sultan, N. (2010a). “Cloud computing: Making headway with the scientific community”. In *High performance computing*. New York: Nova Science Publishers, pp. 37-50

Sultan, N. (2010b). « Cloud computing in education: A new dawn? ». *International Journal of Information Management*, Vol 30, n°2, pp.109-116.

Sultan, N. (2010c). « What can cloud computing offer to scientific research? ». *International Journal of Computer Research*, Vol 18, n°1, pp. 379-393.

Sultan, N. (2010d). « Cloud computing and SMEs: A match made in the recession! ». In *ISBE (The Institute for Small Business and Entrepreneurship) Conference 2-4 November 2010*, London.

Sultan, N. (2011), « Reaching for the “cloud”: How SMEs can manage ». *International Journal of Information Management*, Vol 31, n°3, pp.272-278.

Sultan, N., et Sultan, Z. (2012), « The application of utility ICT in healthcare management and life science research: A new market for a disruptive innovation? ». In *The European Academy of Management conference EURAM*, Rotterdam, The Netherlands.

Sultan, N. (2013), “Knowledge Management in the Age of Cloud Computing and Web 2.0: Experiencing the Power of Disruptive Innovations”. *International Journal of Information Management*, n° 33 pp. 160-165.

Sultan, N. (2014), “Discovering the potential of cloud computing in accelerating the search for curing serious illnesses”. *International Journal of Information Management*, n°34, pp.221-225.

Stoneman, P et Battisti, G. (1997), “Inter-firm diffusion of new technologies: the neglected part of technology transfer”. *International Journal of Industrial Engineering-Applications and Practice*. Vol 4, n°4, pp. 270-282.

Strohmaier, R., et Rainer, A. (2016), “Studying general purpose technologies in a multi-sector framework: The case of ICT in Denmark”. *Structural Change and Economic*

*Dynamics*, Vol 36, pp. 34-49.

Teece, D. J. (1986), « Profiting from technological innovation ». *Research Policy*, Vol 15, n°6 pp. 285-305.

Teece D.J. (2010). “Business models, business strategy and innovation”, *Long Range Planning*, Vol 43, n° 2-3, pp. 172-194.

Tehrani, S.R., et Shirazi, F. (2013), « Factors influencing the adoption of cloud computing by small and medium-sized enterprises (SMEs) ». *Human Interface and the Management of Information. Information and Knowledge in Applications and Services*. Springer.

The Cloud TechSoup Global. Adb SolidaTech. En partenariat avec le réseau mondial TechSoup. (2012), Résultat de l'enquête international sur l'utilisation du Cloud Computing dans le monde associatif.

Thong, J.Y.L. (1999), “An integrated model of information systems adoption in small businesses”. *Journal of Management Information Systems*. Vol 15, n°4, pp. 187-214.

Thoenig, M., et Verdier, T. (2003), « Innovation Défensive et Concurrence Internationale ». *Economie et Statistique* n° 363, pp. 364-365.

Tidd, J., Bessant, J., et Pavitt, K. (2005), *Managing innovation : Integrating technological, market and organizational change*, (3rd edition). Chichester, John Wiley and Son.

Tiers, G. Mourmant, G. et Leclercq-Vandelannoitte, A. (2012), « Cloud computing : les composantes d'une rupture », 20ème Colloque de l'Association Information Management (AIM), May 22-23, Bordeaux, France.

Tiers, G. Mourmant, G. et Leclercq-Vandelannoitte, A. (2013), « L'envol vers le Cloud: un phénomène de maturation multiples ». *Système d'Information et Management*, Vol 18, n°4, pp.7-42.

Todorova, G., et Durisin, B. (2007), « Absorptive Capacity: Valuing a

- Reconceptualization», *Academy of Management Review*, Vol 32, n°3, pp. 774-786.
- Tolbert P.S., et Zucker L. (1983), «Institutional sources of change in the formal structure of organizations: the diffusion of civil service reform », *Administrative Science Quarterly*, Vol 28, pp. 22- 39.
- Tripsas, M., et Gavetti, G. (2000), « Capabilities, cognition and inertia: Evidence from digital imaging ». *Strategic Management Journal*, Vol 21, pp.1147–1162.
- Trivedi, H. (2013), « Cloud Computing Adoption Model for Governments and Large Enterprises », Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Tsai W. (2001), « Knowledge Transfer in Intra-organizational Networks: Effects of Network Position and Absorptive Capacity on Business Unit Innovation and Performance», *Academy of Management Journal*, Vol 44, n°5, pp. 996-1004.
- Urban, G.L., et Von Hippel, E. (1988), « Lead User Analyses for The Development of New Industrial Products ». *Management Science*, Vol 34, n° 5, pp. 569-582.
- Vadelia Projets et Services. (2015), “BYOD: Quelles sont les bonnes pratiques ?” Accessible sur: <http://vadelia-projet.fr/v2/2015/02/19/standard-post/>
- Van Dooren, M., Goffinet, D., Jacobs, J., et Winnepenninckx, E. (2005), “Le brevet Européen et Le Brevet Communautaire”. *Futur innovant, les dossiers du CSTC cahier n°2*, pp.1-4.
- Van Zeebroeck, N., Van Pottelsberghe De La Potterie, B et Guellec, D. (2006), « Claiming more: the increased voluminosity of patent applications and its determinants ». *CEPR Discussion Papers 5971*.
- Van Zeebroeck, N. (2008), “Développement et impact des stratégies de dépôts de brevets”. *De Boeck Supérieur/ Reflets et perspectives de la vie économique*, Tome XLVII, n°3, pp. 87-100.
- Vaquero, L., Lindner, M., Rodero-Merino, L., et Caceres, J. (2008), « A break in the clouds: towards a cloud definition”, *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, Vol 1, n°39, pp. 50-55.

Varian, H. (2004), "Competition and market power." In *The Economics of Information Technology, An Introduction*, Raffaele Mattioli Lectures Cambridge.

Vicente, J. (2002), "Externalités de réseaux VS. Externalités informationnelles dans les dynamiques de localisation". *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, Vol 4, pp. 535-552.

Voas, J., et Zhang, J. (2009), « Cloud computing: New wine or just a new bottle? ». *IT Professional*, Vol 11, n°2, pp.15-17.

*Vocabulaire de l'informatique*. (2014), avis, JORF 22 août 2014, p. 13972.

Vogels, W. (2012), "Qui dit données volumineuses, dit Cloud Computing"! *Les Echos*, [http://archives.lesechos.fr/archives/cercle/2012/02/09/cercle\\_43164.htm](http://archives.lesechos.fr/archives/cercle/2012/02/09/cercle_43164.htm)

Von Hippel, E. (1978), "Successful Industrial Products From Consumer Ideas". *Journal of Marketing*, pp.39-49.

Von Hippel, E. (1982), « Trouvez vos nouveaux produits chez vos clients ». *Harvard l'Expansion*, pp.62-68.

Von Hippel, E. (1986), « Lead users : a source of novel product concepts ». *Management Science*, Vol 32, n°7, pp.791-805.

Von Hippel, E. (1988). *The sources of innovation*. Oxford University Press.

Von Hippel E. (2001), "Perspective: User Toolkits for Innovation", *Journal of Product Innovation Management*, Vol 18, pp. 247-257.

Von Hippel, E. (2005), *Democratizing Innovation*. MIT Press, Cambridge, MA.

Vouk, M. A. (2008), « Cloud computing — Issues, research and implementations ». *Journal of Computing and Information Technology*, Vol 16, n°4, pp. 235-246.

Warin, S. (2011), « Un livre blanc sur le cloud computing ». Accessible sur :

Wygwam: <http://www.wygwam.com/documents/cloud-computing.pdf>

West, J., Vanhaverbeke, W., et H. Chesbrough. (2006), « Open Innovation: A Research Agenda », In Chesbrough, H. Vanhaverbeke, W. & J. West (dir.) *Open Innovation: Researching a New Paradigm*, Oxford University Press, pp. 285-307.

- Westphal, J., Gulati, R., et Shortell, S. (1997), « Customization or conformity? An institutional and network perspective on the content and consequences of TQM adoption ». *Administrative Science Quarterly*, Vol 42, pp. 366-394.
- Wigniolle, B. (2001), “Croissance, innovations organisationnelles et progrès technique biaisé”. *Economie et Prévision*, Vol 4, n°150-151, pp. 159-170.
- Willer-Cerclier, C. (2016), « Le paiement mobile ». *Revue du Cobanking*.
- Wilson, P. (2011), “Positive perspectives on cloud security”. *Information Security Technical Report XXX*, pp.1-5.
- Wood, A. (1994), *North-South trade, Employment and Inequality : Changing Fortunes in a Skill-driven World*. Oxford, Clarenton Press.
- Wu, W.W., Lan, L.W., et Lee, Y.T., (2011). “Exploring decisive factors affecting an organization’s SAAS adoption: A case study”. *International Journal of Information Management*. Vol 31, n°6, pp. 556-563.
- Xifaras, M. (2010), « Le copyleft et la théorie de la propriété », *Multitudes*, Paris, Éditions Amsterdam, n°41, pp. 50-64.
- Xiong, K., et Perros, H. (2009), « Service performance and analysis in cloud computing ».
- In Services-I, World Conference*, pp. 693-700.
- Xu, X. (2012), “From Cloud Computing to Cloud Manufacturing”. *Robotics and computer-integrated manufacturing*, Vol 28, n° 1, pp. 75-86.
- Yang, S. Q. (2012), “Move into the Cloud, shall we?” *Library Hi Tech News*, Vol 29, n°1, pp. 4-7.
- Yuliharsi, E., Islam, Md.A., et Daud, K.A.K. (2011), « Factors that influence customers’ buying intention on shopping online ». *International Journal of Marketing Studies*, Vol 3, n°1, pp.128-139.
- Zahra, S.A. et George, G. (2002), «Absorptive Capacity: A review, Reconceptualization, and Extension ». *Academy of Management Review*, Vol 27, n°2, pp. 185-203.

Zhang, G., Yang, Y., et Chen, J. (2012), “A Historical Probability Based Noise Generation Strategy for Privacy Protection in Cloud Computing.” *Journal of Computer and System Sciences*”. Vol 78, n°5, pp. 1374-1381.

Zhu, K., Dong, S., Xu, S. X., et Kraemer, K. L. (2006), « Innovation diffusion in global contexts: determinants of post-adoption digital transformation of European companies ». *European Journal of Information Systems*, Vol. 15, pp. 601- 616.

# ANNEXES

## Annexe 1: Price competition and quality competition

### a. Price competition

We resolve the following system for  $i=1,2$ :

$$\frac{\partial \pi_{Fi}}{\partial p_i} = 0$$

We find the following reaction functions:

$$p_{F2} = 2p_{F1} - p_1 \quad (1)$$

$$p_{F1} = 2p_{F2} - p_2 - \Delta\alpha_F q_F \quad (2)$$

By resolving the system (1) and (2) we obtain the unique equilibrium prices  $p_{F1}^*$  and  $p_{F2}^*$ .

### b. Quality competition

We resolve the following system:

$$\frac{\partial \tilde{\pi}_{F1}}{\partial q_{F1}} = \frac{1}{9} \alpha_{F1} \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta\alpha_F q_F)^2} - 1 \right] - C'(q_{F1}) = 0$$

$$\frac{\partial \tilde{\pi}_{F2}}{\partial q_{F2}} = \frac{1}{9} \alpha_{F2} \left[ 4 - \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta\alpha_F q_F)^2} \right] - C'(q_{F2}) = 0$$

The second order conditions need:

$$\frac{\partial^2 \tilde{\pi}_{F1}}{\partial q_{F1}^2} = \frac{2}{9} \alpha_{F1}^2 \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^3} \right] - C''(q_{F1})$$

$$\frac{\partial^2 \tilde{\pi}_{F2}}{\partial q_{F2}^2} = \frac{2}{9} \alpha_{F2}^2 \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^3} \right] - C''(q_{F2})$$

If we assume that  $C(q_{F1}) = \beta q_{F1}^2$  and  $C(q_{F2}) = \beta q_{F2}^2$ , we will have:

$$\frac{\partial^2 \tilde{\pi}_{F1}}{\partial q_{F1}^2} = \frac{2}{9} \alpha_{F1}^2 \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^3} \right] - C''(q_{F1}) = \frac{2}{9} \alpha_{F1}^2 \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^3} \right] - 2\beta$$

$$\frac{\partial^2 \tilde{\pi}_{F2}}{\partial q_{F2}^2} = \frac{2}{9} \alpha_{F2}^2 \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^3} \right] - C''(q_{F2}) = \frac{2}{9} \alpha_{F2}^2 \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^3} \right] - 2\beta$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \tilde{\pi}_{F1}}{\partial q_{F1}^2} < 0 \text{ if } \frac{2}{9} \alpha_{F1}^2 \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^3} \right] - 2\beta < 0 &\Rightarrow \alpha_{F1}^2 < \frac{9\beta(\Delta \alpha_F q_F)^3}{(p_2 - p_1)^2} < \frac{9\beta \alpha_{F2}^3 q_{F2}^3}{(p_2 - p_1)^2} \\ &\Rightarrow q_{F2}^3 > \frac{\alpha_{F1}^2 (p_2 - p_1)^2}{\alpha_{F2}^3 9\beta} \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \tilde{\pi}_{F2}}{\partial q_{F2}^2} < 0 \text{ if } \frac{2}{9} \alpha_{F2}^2 \left[ \frac{(p_2 - p_1)^2}{(\Delta \alpha_F q_F)^3} \right] - 2\beta < 0 &\Rightarrow \alpha_{F2}^2 < \frac{9\beta(\Delta \alpha_F q_F)^3}{(p_2 - p_1)^2} < \frac{9\beta \alpha_{F2}^3 q_{F2}^3}{(p_2 - p_1)^2} \\ &\Rightarrow q_{F2}^3 > \frac{(p_2 - p_1)^2}{9\beta \alpha_{F2}} \quad (2) \end{aligned}$$

Conditions (1) and (2) can be summarized by  $q_{F2}^3 > \frac{(p_2 - p_1)^2}{9\beta \alpha_{F2}}$

The equilibrium is then unique if  $q_{F2}^3 > \frac{(p_2 - p_1)^2}{9\beta \alpha_{F2}}$  (2)

## **Annexe 2: Le questionnaire**

Un questionnaire a été élaboré servant de base d'exploitation pour notre partie empirique. Ce choix s'explique par l'absence de statistiques et de base de données sur le sujet. Ce questionnaire concerne l'adoption et l'usage du CC de la part des entreprises Tunisiennes. L'échantillon est composé de 350 firmes Tunisiennes de tous les secteurs d'activités (différentes industries Tunisiennes). Ce questionnaire est réalisé en mode face à face dans lequel sont ciblés les cadres des firmes. Il a été administré par une entreprise privée spécialisée en matière d'enquêtes et sondages en 2014. Parmi les 350 entreprises enquêtées, seules 311 réponses ont été utilisables d'où un taux de réponse se rapprochant des 90%. En effet, les entreprises Tunisiennes ont l'habitude de travailler avec les chercheurs et répondent facilement aux enquêtes. De plus, l'INS (L'Institut National de Statistique) les questionnent de manière très fréquente sur plusieurs dimensions de leurs activités.

Une fois la construction du questionnaire terminée, j'ai conduit des réunions de préparation de terrain avec les enquêteurs et fait un suivi régulier de l'avancement des travaux. Notre travail a été validé scientifiquement avec Monsieur Ben Youssef.

Le choix des secteurs (*Manufacturing, Construction, Knowledge Intensive Services and Less KIS*) correspond à la classification de l'OCDE et cette classification est utilisée par des travaux comparables. De plus l'adoption des TI est contingente au secteur d'activité.

# Questionnaire

Ce questionnaire est effectué dans le cadre d'une thèse de doctorat de l'Université de Nice Sophia-Antipolis. Il a pour objectif de comprendre le processus de diffusion des Technologies de l'Information et de la communication et notamment l'informatique en nuage (Cloud Computing) en Tunisie. Les réponses, qui vous prendront 20 minutes de votre temps précieux sont anonymes. L'exploitation et le traitement des réponses ont un **strict** objectif scientifique. Un résumé des principaux résultats vous sera adressé dès l'obtention des premiers résultats. Je vous remercie d'avance pour votre collaboration.

## 1. Caractéristiques de l'entreprise :

- |                                |                                    |                                 |
|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 1.1. Nom de l'entreprise ..... | 1.3. Qualité.....                  | 1.5. Date de création.....      |
| 1.2. Nom de l'interviewé.....  | 1.4. Nombre de travailleurs ....., | 1.6. Secteur(s) d'activité..... |

## 2. Equipement en matériel TIC de façon générale et concernant le cloud (*Voir la note explicative concernant la notion du Cloud Computing*)

### 2.1. Equipement de base :

- |                                   | OUI                      | NON                      |  | OUI                      | NON                      |                              | OUI                      | NON                      |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2.1.1. Ordinateur(s)              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2.1.3. Site Web (en propre ou partagé) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2.1.5. Téléphone portable(s) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.1.2. Internet haut débit (ADSL) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2.1.4. Téléphone fixe(s)               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2.1.6. Fax                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                   |                          |                          |  |                          |                          | 2.1.7. Visioconférence       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### 2.2. Autres outils d'intégration interne : (*Voir Annexe*)

- |   | OUI                      | NON                      |                                      | OUI                      | NON                      |                  | OUI                      | NON                      |                 | OUI                      | NON                      |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| 2.2.1. Progiciel de gestion intégré (PGI) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2.2.2. Gestion de la Relation Client | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2.2.3. Groupware | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2.2.4. Workflow | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### 2.3. Concernant le fonctionnement en réseau dans la société : (*Voir Annexe*)

- |                     | OUI                      | NON                      |                        | OUI                      | NON                      |                        | OUI                      | NON                      |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2.3.1. Réseau local | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2.3.2. Réseau Intranet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2.3.3. Réseau Extranet | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2.4. Concernant l'architecture du réseau, est-ce que vous utilisez ce que l'on appelle :

OUI NON

OUI NON

2.4.1. L'informatique personnelle (un poste complet par utilisateur)   2.4.2. L'informatique centralisée (unité centrale et terminaux passifs)

2.5. Au niveau de l'infrastructure :

OUI NON

OUI NON

2.5.1. Vous possédez l'infrastructure du nuage   2.5.2. Vous louez l'infrastructure de chez un fournisseur de nuage (Amazon et Google)

**3. Compétences numériques du manager**

OUI NON

3.1. Connaissez-vous le Cloud Computing ?

3.2. Connaissez-vous ce qu'est un logiciel ?

3.3. Combien de mail par jour recevez-vous ? (en chiffres) ..... 3.4. Combien de mail par jour envoyez-vous ? (en chiffres) .....

3.5. Combien de temps cela vous prend il d'ouvrir le mail ? (en secondes, en minutes, en heures) .....

3.6. Pouvez-vous me donner des exemples de technologies de l'information et de la communication ? (Les cinq technologies les plus utilisées) .....  
.....

OUI NON

3.7. Est-ce que vous maîtriser l'information numérisée ? (**Voir Annexe**)

3.8. Avez-vous une bonne maîtrise du matériel et des logiciels ?

3.9. Est-ce que vous savez chercher, sélectionner, évaluer et traiter l'information ?

3.10. Utilisez-vous l'information de manière stratégique (orientée vers un but) ?

3.11. Connaissez-vous l'infrastructure numérique que vous avez dans l'entreprise ?

3.12. Connaissez-vous les services qu'offre le Cloud Computing ?

3.13. Est-ce que à votre avis le Cloud Computing provoque des changements dans la culture d'entreprise ? (Si OUI lesquels)

Les changements dans la culture d'entreprise sont.....

.....

3.14. Pouvez-vous nous citer les nouveaux services que le Cloud Computing fournit ? .....

.....

#### 4. Usages des TIC

OUI NON

4.1. Les salariés utilisent-ils régulièrement un ordinateur

4.2. Les salariés utilisent-ils régulièrement l'Internet

4.3. Partage électronique d'informations en interne sur les ventes ou les achats

4.4. Partage électronique d'informations avec les fournisseurs ou les clients

4.5. Avez-vous recours aux services bancaires et financiers via l'Internet

4.6. Le nombre de salariés utilisant l'informatique dans la société (en chiffres) .....

4.7. Le nombre de Poste complet par utilisateur (dans le cas de l'informatique personnelle) (en chiffres) .....

4.8. Le nombre d'unité centrale existante (dans le cas de l'informatique centralisée) (en chiffres) .....

#### 5. Usages du Cloud Computing

*(Pour toutes les questions où on vous indique de préciser l'échelle d'intensité la signification des chiffres est comme suit : 1 : Très Faible ; 2 : Faible ; 3 : Moyen ; 4 : Fort ; 5 Très Fort ).*

5.1. Depuis combien de temps avez vous intégré la Cloud Computing dans votre entreprise ? (En nombre de jours, de mois, de semaine, d'années).....

5.2. Est-ce que le Cloud Computing répond à vos exigences notamment en termes de qualité de service ? 1 2 3 4 5

5.3. Fiabilité du Cloud ? 1 2 3 4 5

5.4. Quel est le budget alloué au Cloud Computing ? (Dinars) .....

5.5. Est-ce qu'avec le Cloud Computing et au niveau de la propriété intellectuelle il y a : *Suppression totale du piratage*  *Suppression quasi totale du piratage*

*Piratage*

5.6. Dans quel type de déploiement êtes-vous : *Solution propriétaire (Cloud privé)*  *Solution libre (le piratage)*  *Cloud public (service du Cloud)*

**6. Avantages et Inconvénients du Cloud Computing :**

6.1. Le Cloud Computing permet-il d'entrer plus facilement dans d'autres secteurs que le votre ? 1 2 3 4 5

6.2. Le Cloud Computing permet-il une réduction de coûts ? *(Voir Annexe)* 1 2 3 4 5

6.3. Le Cloud Computing permet-il un gain de temps dans le sens où on a accès à des applications que l'on paye à la demande ?

*(Voir Annexe)*

6.4. Les ordinateurs modernes seront-ils utilisés plus efficacement grâce au Cloud Computing ? 1 2 3 4 5

6.5. Les outils TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) seront-ils employés comme outil compétitif ? 1 2 3 4 5

6.6. Quels sont les avantages du Cloud Computing que vous réalisez dans votre entreprise : *(Voir Annexe)*

6.6.1. Une capacité de traitement de l'information 1 2 3 4 5 6.6.5. Possibilité d'utiliser de la puissance informatique sur demande 1 2 3 4 5

6.6.2. Une capacité de stockage et d'archivage 1 2 3 4 5 6.6.6. La simplicité de mise en œuvre du service 1 2 3 4 5

6.6.3. Disposer d'une variété d'applications informatiques 1 2 3 4 5 6.6.7. La rapidité de mise en œuvre du service 1 2 3 4 5

6.6.4. Un service à moindre coût fondé sur la consommation 1 2 3 4 5 6.6.8. Flexibilité liée à l'offre sur demande 1 2 3 4 5

6.6.9. Assure un service informatique ponctuel sur une courte durée 1 2 3 4 5

6.7. Le Cloud Computing favorise-t-il l'innovation ? 1 2 3 4 5

6.8. Citez des exemples ou des cas réel.....

6.9. Faites une liste des applications du Cloud Computing les plus utilisées? (telles que Salesforce, Google Apps mais aussi des applications personnelles telles que Gmail, Facebook) .....

6.10. Quelles sont les menaces qui pèsent sur le Cloud ? 9 principales menaces de sécurité qui pèsent aujourd'hui sur le Cloud selon le Cloud Security Alliance :

**(Voir Annexe)**

6.10.1. *Violation des données* 1 2 3 4 5

6.10.2. *Pertes de données* 1 2 3 4 5

6.10.3. *Détournement de compte* 1 2 3 4 5

6.10.4. *API (Application Programming Interface) non sécurisées* 1 2 3 4 5

6.10.5. *Déni de service* 1 2 3 4 5

6.10.6. *Utilisateurs malveillants* 1 2 3 4 5

6.10.7. *Abus de service Cloud* 1 2 3 4 5

6.10.8. *Mauvaises procédures* 1 2 3 4 5

6.10.9. *Problèmes liés aux technologies de partage* 1 2 3 4 5

6.11. Est-ce que vos concurrents utilisent le Cloud Computing ? (échelle d'utilisation) 1 2 3 4 5

6.12. La garantie au niveau de la protection des données et de la disponibilité

est-elle une préoccupation prioritaire pour les propriétaires du nuage ?

6.13. Pourrait-on dire que les fournisseurs jouent un rôle principal dans le Cloud Computing ? **(Voir Annexe)** 1 2 3 4 5

6.14. Est-ce que plus l'utilisation du Cloud Computing augmente plus son efficacité augmente ?

OUI NON

6.15. Est-ce que plus les clients adoptent le Cloud Computing plus cela permet aux fournisseurs d'acquérir plus d'expérience ?

OUI NON

6.16. A votre avis sans la transparence des caractéristiques entre les organisations et avec différents fournisseurs la réussite du nuage pourrait-elle être remise en question ?

OUI NON

### 7. Les effets sur les salariés

7.1. Est-ce que le Cloud Computing a facilité le partage de données entre les salariés ?

1 2 3 4 5

7.2. Le Cloud Computing facilite-il la coordination des salariés au niveau de l'entreprise?

1 2 3 4 5

7.3. Le Cloud Computing favorise-il la coopération entre les salariés de l'entreprise ?

1 2 3 4 5

7.4. Le Cloud Computing permet-il et favorise-il un meilleur investissement personnel du salarié ?

1 2 3 4 5

7.5. Le Cloud Computing favorise-il le travail à distance des salariés?

1 2 3 4 5

### **Note explicative**

Le Cloud Computing est un concept récent permettant d'utiliser de la mémoire et des capacités de calcul d'ordinateurs et de serveurs répartis dans le monde entier et liés par un réseau tel Internet. Le Cloud Computing permet ainsi de disposer, à la demande, de capacités de stockage et de puissance informatique sans disposer matériellement de l'infrastructure correspondante.

Dans le cadre des services du Cloud Computing, l'infrastructure du fournisseur est ainsi totalement autonome et déconnectée de celle du client, ce qui permet à ce dernier de s'affranchir de tout investissement préalable (homme ou machine). L'accès aux données et aux applications peut ainsi se faire à partir de n'importe quel périphérique connecté, le plus souvent au moyen d'un simple navigateur internet, (Mascre Hégy Associés, 2009).

**Par qualité de service** on entend, la capacité de traitement de l'information, des capacités de stockage et d'archivage mais aussi d'applications informatiques de type CRM (Customer Relationship Management : une application informatique qui permet de gérer électroniquement le processus de vente de l'entreprise) ou autres (sans avoir à acquérir les licences correspondantes). Le Cloud Computing permet un service à moindre coût fondé sur la consommation de type « pay-per-use », et d'optimiser ainsi la gestion des coûts de l'entreprise. Le prix d'un tel service est calculé en fonction de la consommation effective d'une entreprise, tout comme pour l'utilisation de l'électricité. On achète en quelque sorte la possibilité d'utiliser de la puissance informatique sur demande. Il y aussi d'une part la simplicité et la rapidité de mise en œuvre du service en question et d'autre part la grande flexibilité liée à l'offre sur demande que le Cloud permet.

### **Annexe**

2.2.1 : PGI et en anglais ERP : Enterprise Resource Planning, est un outil qui intègre tous les systèmes informatisés permettant d'aider le travail dans l'entreprise on y retrouve souvent la facturation, l'aide à la production ainsi que la comptabilité.

2.2.2 : En anglais CRM : Customer Relationship Management, regroupe tous les outils permettant d'intégrer les clients dans le système d'information de l'entreprise.

2.2.3 : Ou collecticiel, c'est un type de logiciel qui permet à un groupe de personnes de partager des documents à distance pour favoriser le travail collaboratif.

2.2.4 : Ou Flux de Travaux, il sert à décrire les tâches à répartir entre les différents acteurs d'un processus, les délais, les modes de validation et à fournir à chacun des acteurs les informations nécessaires à l'exécution de sa tâche.

2.3.1 : C'est généralement un réseau à une échelle géographique relativement restreinte par exemple un site d'entreprise.

2.3.2 : Réseau informatique utilisé à l'intérieur d'une entreprise ou de toute autre entité organisationnelle qui utilise les mêmes protocoles que internet.

2.3.3 : Ou réseau interne étendu, est un réseau de télécommunications de type internet conçu pour faciliter les échanges entre une organisation sociale et ses correspondants extérieurs.

3.7. Cela requiert l'acquisition et la mobilisation d'une série de compétences numériques spécifiques

6.2. Réduction de coûts c'est-à-dire que les applications ne sont plus acquises par l'achat de licence comme avant l'émergence du Cloud et le prix d'un service est calculé en fonction de la consommation effective de l'entreprise.

6.3. Des applications que l'on paye à la demande (par utilisateur et par minute d'utilisation par exemple).

6.6.8. C'est-à-dire que le consommateur ou l'utilisateur peut se fournir des capacités informatiques à tout moment et quelque soit la quantité

6.10.1. Des données sensibles peuvent tomber dans les mains des concurrents.

6.10.2. La perte de données est une crainte permanente, tant pour les entreprises que les particuliers.

6.10.3. Une personne mal intentionnée peut récupérer votre identité, elle aura accès à toutes vos activités, vos transactions, retourner de fausses informations et rediriger vos clients vers des sites illicites.

6.10.4. C'est une interface de programmation, par laquelle un logiciel offre des services à d'autres logiciels tels que les systèmes d'exploitation, les systèmes de gestion de base de données, les langages de programmation ou les serveurs d'application. Donc les fournisseurs exposent un ensemble d'API qui permettent à leur client d'interagir facilement avec les services Cloud.

6.10.5. Est une attaque informatique ayant pour but de rendre indisponible un service, d'empêcher les utilisateurs légitimes d'un service de l'utiliser. C'est toutes les actions ayant pour résultat la mise hors-ligne d'un serveur.

6.10.6. Ce type de menace concerne un ancien employé, un fournisseur, un partenaire qui a un accès autorisé au réseau, aux serveurs, aux données et qui utilise cet accès en ayant une implication sur la confidentialité, l'intégrité ou la disponibilité du système d'information.

6.10.7. Un des avantages du Cloud est qu'il donne accès à des ressources informatiques considérables notamment aux petites structures. Cela donne donc une force de frappe qui peut être utilisée à des fins malveillantes. Cette menace concerne les fournisseurs de services Cloud plutôt que les utilisateurs.

6.10.8. Trop d'entreprises vont se lancer dans des projets Cloud sans en comprendre les tenants et les aboutissants. Aller vers le Cloud nécessite méthodes, ressources et procédures.

6.10.9. Les fournisseurs garantissent que le service qu'ils proposent est évolutif grâce à la mutualisation et au partage des infrastructures, des environnements logiciels et des applications. Mais ces architectures sont complexes et doivent être conçues et mises en œuvre avec beaucoup d'attention.

6.13. Les fournisseurs jouent un rôle principal dans le Cloud Computing puisqu'ils aident à développer de meilleurs produits et à induire des prix inférieurs voire même à un accroissement plus grand du marché pour l'industrie dans son ensemble.

# Table des matières

Introduction générale .....	1
Partie I .....	17
Les formes des droits de propriété intellectuelle et les comportements d'innovation.....	17
Chapitre 1 .....	18
Droits de propriété intellectuelle et Innovation : de l'Innovation fermée à « <i>L'Open Innovation</i> » .....	18
1.1. Introduction.....	18
1.2. Mise en perspective historique des droits de propriété intellectuelle .....	19
1.2.1. Le système de brevets .....	29
1.2.2. Les tendances récentes de la délivrance des brevets dans les pays de l'OCDE	32
1.3. Les DPI comme une nouvelle arme stratégique des firmes .....	38
1.4. Le rôle stratégique des brevets sur les marchés .....	42
1.5. « <i>L'Open Innovation</i> » suppose une utilisation des DPI .....	47
1.5.1. Innovation fermée : une utilisation défensive des DPI.....	49
1.5.2. Le modèle de valorisation de la technologie : valorisation et échange des DPI	50
1.6. La propriété intellectuelle : un moyen d'accéder à de nouvelles technologies et permet un déploiement large des TIC .....	52
1.7. Conclusion .....	53
Chapitre 2 .....	56
Innovation défensive, innovation par les utilisateurs et droits de propriété intellectuelle.....	56
2.1. Introduction.....	56
2.2. La théorie de l'innovation défensive.....	57
2.3. L'intégration du commerce dans un contexte nord-nord.....	61
2.4. L'intégration du commerce dans un contexte nord-sud .....	63
2.5. L'appropriation de l'innovation et les DPI.....	66
2.6. L'innovation par les utilisateurs et les DPI.....	69
2.6.1. Le cas de Napster .....	74
2.6.2. Le cas de Freitag.....	77
2.7. Conclusion.....	79
Partie II.....	81
Adoption et Usage du Cloud Computing.....	81
Chapitre 3 .....	82
Les dynamiques d'adoption du CC comme technologie générique.....	82
3.1. Introduction .....	82
3.2. L'émergence du Cloud Computing .....	84
3.2.1. La propriété intellectuelle du logiciel et l'émergence du CC.....	84

3.2.2.	Les logiciels comme des biens versus les logiciels comme services .....	87
<b>3.3.</b>	<b>Les modèles de service et de déploiement du CC .....</b>	<b>89</b>
3.3.1.	Définitions et caractéristiques du CC.....	89
3.3.2.	Les différents modèles de service et de déploiement du CC.....	96
<b>3.4.</b>	<b>Les avantages et les inconvénients du CC.....</b>	<b>103</b>
3.4.1.	Les avantages du CC .....	103
3.4.2.	Les inconvénients du CC.....	109
<b>3.5.</b>	<b>Une analyse SWOT et une analyse par les parties prenantes .....</b>	<b>114</b>
3.5.1.	L'analyse SWOT du CC .....	114
3.5.2.	Une analyse par les parties prenantes.....	118
<b>3.6.</b>	<b>Conclusion (vers une éthique dans le CC).....</b>	<b>128</b>
<b>Chapitre 4 .....</b>	<b>131</b>	
<b>La dynamique d'adoption du CC par les agents économiques.....</b>	<b>131</b>	
<b>4.1. Introduction.....</b>	<b>131</b>	
<b>4.2. Un détour par la théorie de l'adoption des innovations .....</b>	<b>133</b>	
<b>4.3. L'adoption des technologies de l'information : un cadre conceptuel .....</b>	<b>136</b>	
<b>4.4. Une analyse des coûts et des bénéfices de l'adoption du CC .....</b>	<b>143</b>	
4.4.1.	Un inventaire des coûts et des bénéfices associés à la décision d'adoption du CC .....	143
4.4.2.	Un modèle de trois couches (Nanath et Pillai, 2013).....	146
4.4.3.	Une analyse économique de la décision de migrer vers des solutions en matière de CC.....	152
<b>4.5. Une modélisation micro-économique de la décision d'adoption du CC de la part des consommateurs.....</b>	<b>158</b>	
4.5.2	<i>The structure of the model .....</i>	160
4.5.3.	<i>Cloud Computing and price competition .....</i>	163
4.5.4.	<i>Cloud computing and quality competition .....</i>	165
4.5.4.1.	<i>Qualities Nash equilibrium .....</i>	165
4.5.4.2.	<i>Firms' profits and consumers' security perception .....</i>	165
4.5.5.	<i>Regulatory instruments to increase consumers' Cloud Computing security perception .....</i>	167
<b>4.6. Conclusion .....</b>	<b>170</b>	
<b>Partie III .....</b>	<b>172</b>	
<b>Les déterminants de l'adoption du CC : Le rôle de la capacité d'absorption technologique et du changement organisationnel.....</b>	<b>172</b>	
<b>Chapitre 5 .....</b>	<b>173</b>	
<b>L'adoption du Cloud Computing dans les pays émergents : le rôle de la capacité d'absorption .....</b>	<b>173</b>	
<b>5.1. Introduction.....</b>	<b>173</b>	
<b><i>Adoption of Cloud Computing in Emerging Countries: The Role of the Absorptive Capacity .....</i></b>	<b>175</b>	
<b><i>5.2. Adoption of CC in Emerging Countries: the specific role of firms' technological absorptive capacity .....</i></b>	<b>178</b>	
5.2.1.	<i>Environment: competition pressure, Internet connection and CC adoption.....</i>	178
5.2.2.	<i>Technology: perception of CC and its adoption.....</i>	180
5.2.3.	<i>Organization: absorptive capacity of the firm and CC adoption .....</i>	181

5.2.4.	<i>The Model</i> .....	185
5.3.	<b>Research study</b> .....	187
5.3.1.	<i>The Context of Tunisia</i> .....	187
5.3.2.	<i>Sample and data description</i> .....	187
5.4.	<i>Two stages estimation method</i> .....	188
5.5.	<i>The Variables</i> .....	190
5.6.	<b>Results and discussion</b> .....	192
5.6.1.	<b>Adoption of CC: analysis of the entire sample</b> .....	194
5.6.1.1.	<i>Environment: adoption of CC by competitors leads to imitative behavior</i> ...	194
5.6.1.2.	<i>Technology: perceived advantages of CC lead to its adoption</i> .....	194
5.6.1.3.	<i>Organization: weak confirmation of the absorptive capacity effect</i> .....	195
5.6.1.4.	<i>Control variables: confirmation of the rank effect</i> .....	196
5.6.2.	<b>A focus on firms that have adopted CC for innovation reasons</b> .....	196
5.6.2.1.	<i>Environment: competitive pressure is still a key determinant of adoption of CC for innovative aims</i> .....	197
5.6.2.2.	<i>Technology: perception of the technology is less important if the objective is innovation</i> .....	197
5.6.2.3.	<i>Organization: strong confirmation of the absorptive capacity argument</i> ...	198
5.6.2.4.	<i>Control variables: adoption of CC for innovative aims depends on the firm's seniority</i> .....	199
5.6.3.	<b>Limitations of our study</b> .....	199
5.7.	<b>Concluding Remarks</b> .....	200
	<b>Chapitre 6</b> .....	202
	<b>Les E-compétences et l'adoption du Cloud Computing</b> .....	202
6.1.	<b>Introduction</b> .....	202
	<b><i>E-skills and the Adoption of Cloud Computing</i></b> .....	204
6.2.	<b>Firms' adoption of cloud computing</b> .....	207
	(I) <i>Environmental context and characteristics of the firm</i> .....	208
	(II) <i>E-skills</i> .....	209
	(III) <i>Perceived advantages</i> .....	209
	(IV) <i>Perceived disadvantages</i> .....	210
6.3.	<b>Empirical study</b> .....	211
	(I) <i>Sample and data description</i> .....	211
	(II) <i>The model</i> .....	211
	(III) <i>The variables</i> .....	212
6.4.	<b>Results and discussion</b> .....	215
	(i) <i>Firm's environment and characteristics: firm size matters for CC adoption</i> .....	216
	(ii) <i>Contrasting findings on the role of e-skills</i> .....	217
	(iii) <i>Effect of perceived advantages: cost reduction and innovation promotion arguments are valid</i> .....	218
	(iv) <i>Perceived disadvantages: lack of knowledge is an important driver of non-adoption of CC in the Tunisian context</i> .....	219
6.5.	<b>Concluding remarks and managerial implications</b> .....	219
	<b>Conclusion générale</b> .....	221
	<b>Références</b> .....	229
	<b>ANNEXES</b> .....	266
	<b>Table des matières</b> .....	269



---