

Etude des facteurs de succès du projet open source Apache HTTP

*Dr Ir Robert Viseur * ***

* CETIC, Avenue Jean Mermoz, 28, B-6041 Charleroi

** UMONS Faculté Polytechnique, Rue de Houdain, 9, B-7000 Mons

robert.viseur@cetic.be, robert.viseur@umons.ac.be

Résumé :

Avec Linux, Firefox et OpenOffice.org, le projet Apache HTTP fait partie des success stories populaires dans le domaine open source. Dans cette recherche, nous proposons d'explorer les facteurs de succès qui ont permis au serveur web Apache HTTP de devenir un projet open source mondial et pérenne. Après une étude longitudinale du projet identifiant les facteurs de succès, nous discutons différents apprentissages à l'usage des questionnaires et développeurs de projets collaboratifs.

Mots clés :

logiciel libre, open source, serveur web, apache, utilisateur de pointe, world wide web.

Study of success factors for the Apache HTTP open source project

*Dr Ir Robert Viseur * ***

* CETIC, Avenue Jean Mermoz, 28, B-6041 Charleroi

** UMONS Faculté Polytechnique, Rue de Houdain, 9, B-7000 Mons
robert.viseur@cetic.be, robert.viseur@umons.ac.be

Abstract

With Linux, Firefox and OpenOffice.org, Apache HTTP project is one of the popular success stories in the open source sector. In this research, we propose to explore the success factors that enabled Apache HTTP Web server to become a worldwide and sustainable open source project. After a longitudinal study of the project identifying success factors, we discuss different findings for managers and developers aiming to set up collaborative projects.

Keywords

free software, open source, web server, apache, lead user, world wide web.

Introduction

Le serveur web Apache HTTP, avec sa part de marché fréquemment supérieure à 50%, est un des logiciels open source incontournables. De par son ancienneté et sa pérennité (il a été publié en 1995 et reste largement utilisé aujourd'hui), il figure inévitablement parmi les success stories open source, aux côtés de Linux ou de Firefox. En tant qu'exemple mondial et pérenne de logiciel produit par les pairs, l'étude des facteurs de succès du serveur web Apache HTTP (et de la Fondation qui en soutient aujourd'hui le développement) s'inscrit dans les préoccupations du 21^{ème} colloque AIM relatives au développement de la production en « *peer-to-peer* ».

Notre recherche est organisée en quatre sections. Dans une première section, nous fournissons un historique du projet Apache HTTP et de la fondation qui soutient son développement. Dans une seconde section, nous présentons notre méthodologie. Dans une troisième section, nous présentons notre analyse sous la forme d'une étude longitudinale du projet Apache HTTP. Dans une quatrième et dernière section, nous présentons les enseignements tirés pour le gestionnaire de projets « *peer-to-peer* ».

1 Historique

Le World-Wide Web (W3) est né au CERN (European Organization for Nuclear Research). Le W3 a formalisé l'idée d'un monde informationnel sans frontière, un système d'adresse (URI), un protocole réseau (HTTP) et un langage de balisage (HTML). Le code source du coeur du W3 a été publié dans le domaine public pour la Noël 1990. Il contenait : « *a common code library, and basic server and clients* » (Berners-Lee *et al.*, 1994). La popularisation a été grandement aidée par le NCSA (National Center for Supercomputing Applications) qui a publié par la suite un navigateur web en mode graphique, NCSA Mosaic, et un serveur web, NCSA HTTPd. En février 1995, le logiciel de serveur web le plus populaire sur le web était le serveur du domaine public NCSA HTTPd (Fielding, 1999). Le NCSA HTTPd a été développé par Robert M. McCool.

Après le départ de McCool du NCSA à la mi-1994, la mise à jour de HTTPd a pris fin. La gestion du développement a été prise en charge par : « *a geographically distributed set of volunteers who use the Internet and Web to communicate, develop, and distribute the server and its related documentation* » (Fielding, 1999). Ces huit contributeurs principaux ont créé l'Apache Group : Brian Behlendorf, Roy T. Fielding, Rob Hartill, David Robinson, Cliff Skolnick, Randy Terbush, Robert S. Thau et Andrew Wilson. Ils ont récupéré le code source et la documentation, et utilisé NCSA HTTPd 1.3 comme base. Ensuite, ils ont travaillé sur un patche consolidé avec des corrections de bugs et encouragé le feedback des utilisateurs. La version Apache 1.0 a été publiée le 1^{er} décembre 1995 (ASF, 2015a ; Von Hippel, 2001). Moins d'un an après, le groupe a été formé et le serveur Apache a dépassé NCSA HTTPd en tant que premier serveur web (ASF, 2015a). Cette position devait s'avérer durable : en 2000, le logiciel Apache HTTP était utilisé par plus de 60% des 8 millions de sites web (Franke et Von Hippel, 2003) et, malgré une forte concurrence, les parts de marché d'Apache étaient toujours au dessus de 60% en février 2003 (news.netcraft.com).

En 1999, les membres de l'Apache Group ont fondé l'Apache Software Foundation. Leur objectif était de fournir un support financier, légal et organisationnel au serveur Apache HTTP (ASF, 2015a). La Fondation a évolué vers une structure multi-projets et a acquis le sponsoring d'entreprises IT de taille mondiale comme Hewlett-Packard, IBM et Microsoft (ASF, 2015b). Ainsi elle gère maintenant un large portefeuille de projets incluant les célèbres logiciels OpenOffice, Lucene, Maven et Tomcat.

2 Méthodologie

Nous avons utilisé les statistiques publiées par Netcraft pour évaluer la popularité des serveurs web utilisés. La Figure 1 donne l'évolution entre août 1995 et février 2015. Des figures plus détaillées portant sur des périodes plus courtes sont également disponibles sur le site de Netcraft (www.netcraft.com).

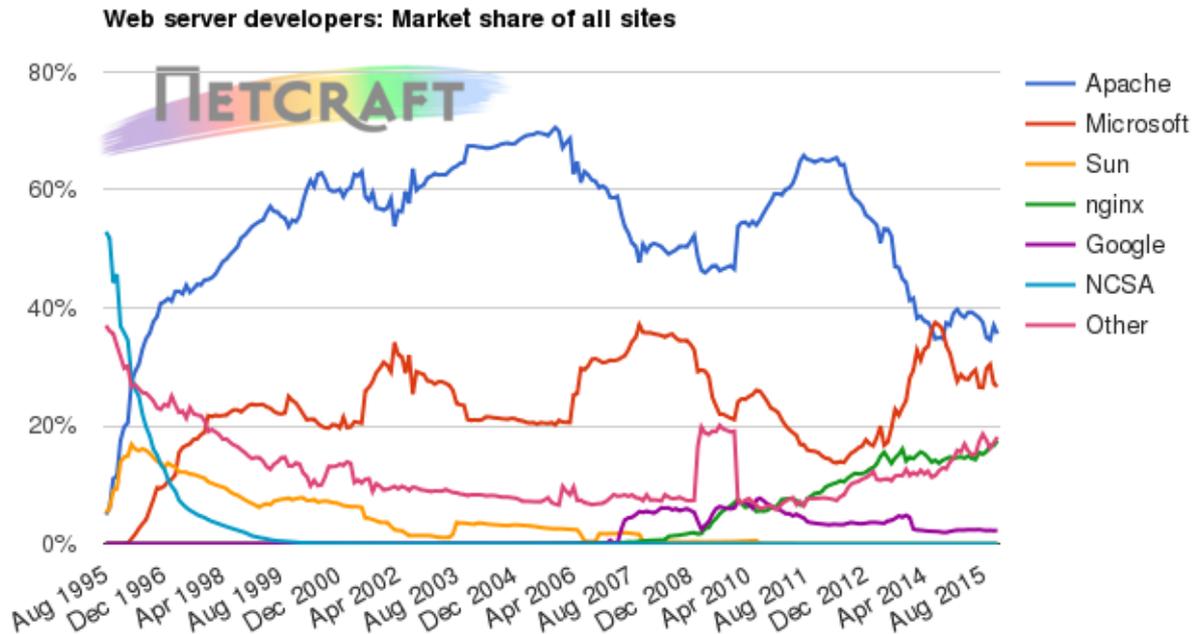


Figure 1 - Part de marché des serveurs Web (08/1995 - 02/2015)

Nous proposons de réaliser une étude longitudinale du projet Apache HTTP en cherchant à identifier les facteurs de succès ayant contribué à sa réussite. Nous nous appuyons sur les explications des statistiques fournies par Netcraft ainsi que sur des sources publiques traitant du sujet (e.g. articles scientifiques et pages de sites de projets).

La littérature dédiée à l'open source a identifié un ensemble de facteurs de succès (ce dernier étant mesuré par la taille de la base d'utilisateurs et de la base de développeurs). Ces facteurs sont la complexité, la modularité, le type de licence, le nombre de traductions, l'attribution des responsabilités et l'existence d'un sponsor organisationnel. Viseur (2013) en propose une discussion dans son étude des facteurs de succès de Mozilla. Trois autres critères nous semblent intéressants : la qualité logicielle, l'avantage au précurseur (« *first mover advantage* ») et les Rendements Croissants d'Adoption (RCA). La qualité logicielle est souvent mise en avant pour justifier l'intérêt des logiciels open source et expliquer leur succès. En effet, les partisans de l'open source défendent souvent la supériorité de l'open source en termes de qualité, du fait notamment de la « *Loi de Linus* » : « *Given enough eyeballs, all bugs are shallow* » (Raymond, 2001). Être le premier sur un marché est souvent considéré comme une source d'avantage stratégique, parfois qualifié de « *first mover advantage* » (Teecce, 1986). Il est lié aux Rendements Croissants d'Adoption (RCA), utilisés en management de l'innovation pour expliquer le succès d'une nouvelle technologie en concurrence avec d'autres technologies équivalentes ou la stabilité d'une position sur le marché au fil du temps. En pratique, plus une technologie complexe est adoptée, plus de l'expérience est accumulée avec cette technologie et plus elle est améliorée (Arthur, 1988).

Foray (1989) a identifié plusieurs sources de RCA : l'apprentissage par l'usage (effets d'expérience), les externalités de réseaux, les économies d'échelle en production, les rendements croissants d'information (perception du risque) et les interrelations technologiques.

Notre étude de cas est découpée en trois périodes : 1995-2005 (hégémonie d'Apache HTTP), 2006-2011 (contre-attaque des concurrents) et 2012-aujourd'hui (essor de Nginx). Chaque période développe quatre points : les mesures du succès d'Apache HTTP, les facteurs de succès liés à Apache HTTP (logiciel), les facteurs de succès liés à l'ASF (sponsor organisationnel) et la concurrence à Apache HTTP.

3 Etude de cas Apache HTTP

3.1 1995 - 2005: hégémonie d'Apache HTTP

3.1.1 Mesures du succès d'Apache HTTP

Taille de la base d'utilisateurs - La part de marché du logiciel est régulièrement supérieure à 50% (voir Figure 1).

Taille de la base de développeurs - La communauté de développeurs comptait environ 400 individus (Mockus *et al.*, 2002).

3.1.2 Facteurs de succès liés à Apache HTTP

Complexité - La complexité du code source n'est pas connue ; par contre, le projet a adopté une architecture noyau - extensions facilitant la maintenance et l'extension du logiciel.

Modularité - Le projet est composé d'un noyau générique, complété par plus de 100 modules spécialisés maintenus par des tiers (Mockus *et al.*, 2002).

Type de licence - Le projet est couvert par la licence Apache, une licence permissive imposant en outre la documentation des dépendances légales (copyright, marques commerciales, brevets).

Nombre de traduction - Le projet est internationalisé.

Attribution des responsabilités - Le projet a mis en place une propriété de module implicite (« *implicit code ownership* ») liée à l'expérience des développeurs (Mockus *et al.*, 2002).

Existence d'un sponsor organisationnel - Depuis 1999, le projet est soutenu par l'Apache Software Foundation, offrant une mutualisation (concept de « *patron* ») des services nécessaires aux développements (aspects légaux, infrastructures, financements,...). Ce point fera l'objet d'un développement particulier dans la section « *Facteurs de succès liés à l'ASF* ».

Qualité logicielle - Dès 2003, Reasoning, une entreprise spécialisée dans les services d'analyse de code source, a annoncé qu'Apache HTTP avait une densité de défaut comparable à la densité moyenne de logiciels propriétaires équivalents. Rigby *et al.* (2008) ont pointé l'efficacité du mécanisme d'assurance qualité (« *review* ») d'Apache HTTP. Schryen (2011) a montré que « *open source and closed source software do not significantly differ in terms of the severity of vulnerabilities* » ; il a aussi noté que l'efficacité du processus de correction (« *patches* ») des vulnérabilités (par exemple, en pratique, Microsoft semble décider de laisser

les vulnérabilités moins critiques non corrigées). Le serveur web Apache HTTP a aussi souvent été mis en évidence pour sa qualité perçue par les utilisateurs. Franke et Von Hippel (2003) ont ainsi constaté les besoins hétérogènes des utilisateurs d'Apache HTTP et ont trouvé des niveaux de satisfaction significativement plus élevés parmi les utilisateurs qui personnalisent leur logiciel.

First mover advantage - Le serveur web Apache HTTP était basé sur le serveur Web NCSA HTTPd qui dominait le marché émergent des serveurs web en 1995. Le développement du NCSA HTTPd a cessé en 1994 et le serveur web Apache HTTP est apparu comme une prolongation naturelle du serveur NCSA HTTPd, tirée par des pionniers du web (Franke et Von Hippel, 2003). Le serveur web Apache HTTP a bénéficié d'une forme de « *first mover advantage* » par filiation avec le leader de l'époque.

Rendements Croissants d'Adoption (RCA) - Du fait de sa nature open source, le serveur web Apache HTTP a bénéficié de Rendements Croissants d'Adoption. En pratique, les externalités de réseaux sont naturellement captées par les projets open source grâce aux communautés qui les soutiennent (diverses formes de contributions), tandis que la circulation des documentations et les mécanismes d'entraide (e.g. listes de discussion) favorisent l'apprentissage par l'usage. Apache HTTP respecte le principe KISS (« *Keep it simple, stupid* ») qui est populaire dans le monde UNIX. Ce principe soutient que la simplicité devrait être un objectif principal dans le design d'une application et qu'une complexité superflue devrait être évitée. En pratique, les caractéristiques spécialisées sont dévolues à des modules externes (e.g. modules pour le support des langages de programmation tels que PHP, Perl et Python). Les interrelations technologiques entre Apache HTTP et les modules populaires (e.g. *mod_php* et *mod_rewrite*) accroissent l'intérêt d'Apache HTTP et ont renforcé sa position de leader. Elles ont été matérialisées par des distributions spécialisées populaires (WAMP / LAMP / MAMP) comme EasyPHP ou WAMPserver sous Microsoft Windows.

3.1.3 Facteurs de succès liés à l'ASF

Ouverture aux évolutions technologiques - En 1999, les membres de l'Apache Group ont formé l'Apache Software Foundation (www.apache.org) et ouvert l'organisation à d'autres projets logiciels open source. La Fondation s'est ainsi ouverte aux évolutions technologiques et, par exemple, a supporté le monde Java (e.g. serveur Tomcat) et des technologies complémentaires (e.g. traitement des données). La Fondation échappe ainsi à une forme de marginalisation en restant centrée sur une seule technologie. Ce renouvellement interne est encouragé par l'existence d'un incubateur (incubator.apache.org), offrant un point d'accès pour des projets externes et permettant le développement de communautés émergentes. Les projets incubés peuvent ensuite rejoindre, sous conditions, le portefeuille de projets matures de l'ASF (ASF, 2015c).

Engagement des acteurs IT majeurs - L'Apache Software Foundation a réussi à attirer et à engager des entreprises, incluant des acteurs majeurs de l'industrie informatique. Dès 1999, IBM a ainsi utilisé le serveur web Apache HTTP (Capek *et al.*, 1999 ; West et Gallagher, 2006) et n'a par la suite cessé de contribuer aux projets de la Fondation (e.g. Apache Hadoop ou Apache Spark). Le caractère permissif de la licence Apache a vraisemblablement contribué à rassurer les entreprises, en particulier celles engagées dans une valorisation patrimoniale de leurs logiciels. D'une manière plus générale, l'implication de développeurs rémunérés dans le projet a permis d'augmenter les contributions sans dégrader la qualité (Roberts *et al.*, 2006).

Fidélisation des développeurs - L'étude de Weiss, Moroiu et Zhao (2006) montre que les développeurs de la Fondation tendent à rejoindre les projets déjà populaires, à suivre les

dépendances entre projets et à entraîner dans ces mouvements d'autres collaborateurs. La mise en place d'une organisation hébergeant de multiples projets facilite donc la fidélisation de développeurs déjà reconnus pour leurs qualités.

Permissivité et homogénéité de la licence - La totalité des projets hébergés par l'ASF sont couverts par la licence Apache (St. Laurent, 2004). Il s'agit d'une licence permissive comparable aux licences BSD et MIT imposant en plus une documentation des éléments de copyright, de brevet et de marque commerciale présents dans le code source. Cette licence facilite la réutilisation des projets par des entreprises fort différentes (taille, modèle d'affaires,...). Des entreprises aussi diverses que IBM (réutilisation d'Apache HTTP puis d'autres projets), C2Net (version commerciale sécurisée Stronghold) ou Vermeer Technologies Incorporated / Microsoft (extensions Frontpage) ont ainsi exploité le projet. L'homogénéité de la licence facilite également l'intégration des projets et réduit fortement les risques juridiques liés aux incompatibilités entre licences.

3.1.4 Concurrence à Apache HTTPd

Trois principales entreprises se partagent sur cette période, aux côtés d'Apache HTTP, le marché du serveur web : Microsoft (avec Internet Information Server, ou IIS), Zeus Technology (avec Zeus Web Server) et Sun Microsystems (avec SunOne). Ces trois entreprises suivent un modèle propriétaire mais ont chacune adopté des stratégies distinctes pour résister à Apache HTTP.

Position de Microsoft IIS - Microsoft adopte une stratégie d'intégration verticale et privilégie dès lors sa propre pile technologique (Windows / Internet Information Server / ASP). Il s'agit de la stratégie qui a fait le succès de Microsoft sur le marché des navigateurs, opposant Netscape Navigator à Microsoft Internet Explorer (Viseur, 2013).

Position de Zeus Web Server - Zeus Technology développe un logiciel de serveur web mettant en avant les performances et la sécurité. Il s'est effectivement distingué par sa rapidité jusqu'à la fin des années quatre-vingt-dix. Son développement a été définitivement stoppé en 2010.

Position de SunOne - Sun Microsystems bénéficie de l'héritage d'un des pionniers du web, Netscape, dont est issu le logiciel SunOne. L'entreprise mise par ailleurs sur une pile technologie distincte, basée sur les technologies Java (PHP vs ASP vs JSP). Cette dernière a également été concurrencée par des projets open source issus (e.g. Apache Tomcat) ou non (e.g. JBOSS) du portefeuille de projets de l'ASF.

Deux autres challengers, avec des parts de marché nettement plus restreintes, existent : Zope et Roxen (ce dernier a par la suite donné lieu à un fork : Caudium (voir l'annonce de Hedbor, 2000). Tous deux jouent la carte de l'originalité des choix technologiques (Python d'un côté, Pike de l'autre) et d'un mode de fonctionnement comme métaserveur (apport d'un niveau d'abstraction plus élevé et support de protocoles variés tels que HTTP et FTP).

3.2 2006 - 2011: contre-attaque des concurrents

3.2.1 Mesures du succès d'Apache HTTP

La croissance des parts de marché d'Apache HTTP prend fin en 2006. Après quelques années de diminution, les parts de marché d'Apache reviennent en 2011 à leur niveau de 2006.

3.2.2 Facteurs de succès liés à Apache HTTP

Apache HTTP subit la concurrence de nouveaux entrants offrant de meilleures performances face à l'augmentation de la taille des pages web, au nombre croissant d'utilisateurs et aux stratégies des navigateurs web pour réduire le temps de chargement des pages (e.g. connexions simultanées pour télécharger en parallèle ou mode « *HTTP keepalive* »).

3.2.3 Facteurs de succès liés à l'ASF

L'Apache Software Foundation continue à bénéficier du soutien de sponsors. Ainsi, Microsoft, malgré son positionnement à l'origine opposé au mouvement open source (« *Linux is a cancer* » ; Steve Ballmer, 2001), sponsorise la Fondation depuis 2008.

3.2.4 Concurrence à Apache HTTP

Croissance de Microsoft IIS – Les parts de marché de Microsoft IIS bénéficient d'accords entre Microsoft et des sociétés importantes d'hébergement telles que Go Daddy, Web.com, Verio ou Rackforce (Netcraft, avril 2006). Cette stratégie n'aura qu'un effet provisoire puisque les parts de marché d'Apache reviennent en 2011 à leur niveau de 2006.

Croissance de Nginx - Cette période voit également l'essor de Nginx (www.nginx.org). Son développement a démarré en 2002 pour les besoins d'un site russe à forte audience. Son internationalisation a été menée à partir de 2006. Son code source est disponible sous licence open source BSD depuis 2004. Les contributions sur le projet ont connu un essor important à partir de 2011 (voir <https://www.openhub.net/p/nginx>), simultanément à la création d'une entreprise dédiée à la fourniture de services sur le logiciel. Nginx est entrée dans le Top 3 de Netcraft en 2008.

Croissance de Lighttpd - L'année 2008 a également vu l'essor d'une autre projet open source : Lighttpd (Netcraft, juillet 2008). Publié sous licence BSD, il cible également les sites à fort trafic. Nginx, plus stable et sponsorisé, l'a par la suite surclassé.

3.3 2012 - aujourd'hui : essor de Nginx

3.3.1 Mesures du succès d'Apache HTTP

Les parts de marché d'Apache HTTP tournent autour des 35% (cette valeur monte à 50 % si l'on compte uniquement les sites actifs). Apache HTTP est par ailleurs fréquemment utilisé derrière Nginx.

3.3.2 Facteurs de succès liés à Apache HTTP

Apache HTTP peut être optimisé par configuration (Barea, 2011). En pratique, Apache HTTP propose en effet trois modes (Prefork, Worker et Event). Le mode Event, proposé avec Apache 2.4 (2012), est équivalent au mode de fonctionnement de Nginx.

3.3.3 Facteurs de succès liés à l'ASF

Le mode de fonctionnement de l'ASF reste identique.

3.3.4 Concurrence à Apache HTTP

Croissance de Microsoft IIS - Le graphique montre une croissance des parts de marché de Microsoft IIS. En termes de sites web actifs, les parts de marché de Microsoft diminuent. En pratique, cette croissance est relative car la croissance de IIS s'explique par l'existence de fermes de liens chinoises (« *linkfarms* ») fonctionnant sous technologie Microsoft. Ces sites affichent de la publicité pour des sites de jeux en ligne ou des listes de produits, et recourent à des schémas d'affiliation (Netcraft, juillet 2014). Cette coïncidence s'explique par le fait que Microsoft souffre d'un taux de piratage extrêmement élevé en Chine, évalué par McLaughlin à 92% (Swike *et al.*, 2008). Il ne semble pas y avoir d'impact positif lié à l'arrivée sur le marché de Windows 8, pas plus qu'avec la plate-forme Cloud Microsoft Azure, hébergeant environ 10% des sites web sous IIS.

Croissance de Nginx - Le serveur open source Nginx continue sa croissance. Nginx se révèle largement utilisé sur la plate-forme Cloud Amazon. Nginx profite de l'essor du web mobile. Il est par ailleurs fréquemment utilisé en frontal et en complément d'Apache HTTP.

4 Discussion

Les exemples du projet Apache HTTP et de la Fondation qui le sous-tend sont une source d'enseignements pour les gestionnaires intéressés par les systèmes de production par les pairs.

Modularité et interrelations technologiques - Le logiciel Apache HTTP est resté centré sur sa fonction de serveur HTTP(S), déléguant la prise en charge de fonctionnalités plus spécifiques à des modules tiers. Il s'agit d'un facteur de succès également noté pour le logiciel Firefox (Viseur, 2013). Dans le cas d'Apache HTTP, ce choix a également permis des synergies entre le logiciel et de nouvelles technologies devenues populaires au fil du temps (e.g. le langage de programmation PHP ou l'« *URL rewriting* » par configuration du fichier *.htaccess*), là où des systèmes concurrents se limitaient à des technologies moins plébiscitées ou offraient tardivement une compatibilité avec les nouveaux standards techniques.

Innovation et maturité des projets - La qualité des logiciels open source a intéressé les chercheurs et les développeurs dès les années deux mille. La réponse du monde open source s'appuyait généralement sur la loi de Linus : « *Given enough eyeballs, all bugs are shallow* » (Raymond, 2001). La Fondation a cependant introduit un mécanisme supplémentaire : l'incubateur. Ce dernier permet l'entrée de logiciels novateurs dans le portefeuille de projets de la Fondation et leur accès aux outils de gestion des projets (e.g. gestionnaires de sources et gestionnaires de bugs). Il différencie nettement les logiciels matures, de haute qualité, et les nouveaux projets devant encore faire leur preuve. Il permet ainsi un renouvellement dans la production logicielle (innovation) sans nuire à la réputation des logiciels de référence.

Fidélisation des développeurs - Comme l'acquisition de nouveaux clients, l'acquisition de nouveaux développeurs est difficile pour les nouveaux projets. Leur fidélisation est donc importante. L'intégration de projets open source au sein d'un grand écosystème tel que celui offert par l'Apache Software Foundation apporte de la visibilité aux projets et facilite la circulation des développeurs entre projets, notamment en suivant les dépendances techniques.

Contrepoids aux effets de concentration - La tendance à la concentration au profit de gros projets modulaires était déjà connue fin des années quatre-vingt-dix : « *Some very successful projects become 'category killers'; nobody wants to homestead anywhere near them because competing against the established base for the attention of hackers would be too hard. People who might otherwise found their own distinct efforts end up, instead, adding extensions for these big, successful projects* » (Raymond, 2000). Les parts de marché élevées et la forte concentration économique qui en résulte ne condamne pas la survie, voire le développement de stratégies de niche. Ces dernières relèvent généralement de stratégies d'intégration verticale chez des éditeurs de taille mondiale (e.g. Microsoft ou Sun Microsystems) ou de spécialisation (e.g. Zeus Technology ou Nginx). Le développement d'un niche technique tendrait à aboutir à la victoire d'une solution, généralement open source (e.g. Zeus vs Lighttpd vs Nginx).

Comparaison à la Mozilla Foundation - Contrairement à la MF, étudiée dans Viseur (2013), l'ASF est essentiellement active dans le développement de composants technologiques à intégrer dans d'autres logiciels. Les utilisateurs se chargent ensuite de les utiliser pour leurs propres infrastructures ou des logiciels à destination des utilisateurs finaux. L'ASF est également massivement multi-projets. Compte tenu de ces deux caractéristiques (focalisation sur les bases technologiques et grand nombre de projets), l'engagement des entreprises, notamment dans le soutien financier à la Fondation, est probablement plus aisé pour l'ASF. L'ASF a également mis en place un modèle juridique stable dès le départ. Elle a aussi donné naissance à une écologie de projets, facilitant son adaptation aux évolutions du marché. Dans les deux cas, les mécanismes de gouvernance sont documentés mais l'organisation à l'intérieur du projet Apache HTTP paraît plus informelle, plus souple, que pour Mozilla / Firefox, occasionnant, semble-t-il, moins de conflits.

5 Références

ARTHUR, W. Brian. Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. *The economic journal*, 1989, p. 116-131.

ASF (a). What is the Apache HTTP Server Project?. Apache Software Foundation. En ligne : http://httpd.apache.org/ABOUT_APACHE.html (téléchargé le 13 avril 2015).

ASF (b). ASF History Project. En ligne : <http://www.apache.org/history/> (téléchargé le 13 avril 2015).

ASF (c). Incubation Policy. En ligne : http://incubator.apache.org/incubation/Incubation_Policy.html (téléchargé le 13 janvier 2016).

BERNERS-LEE, Tim, CAILLIAU, Robert, LUOTONEN, Ari, *et al.* The world-wide web. *Communications of the ACM*, 1994, vol. 37, no 8, p. 76-82.

CAPEK, P.G., FRANK, S.P., GERDT, S., SHIELDS, D. A history of IBM's open-source involvement and strategy, *IBM Systems Journal*, Vol. 44, n°2, 2005.

FIELDING, Roy T. Shared leadership in the Apache project. *Communications of the ACM*, 1999, vol. 42, no 4, p. 42-43.

FORAY, Dominique. Les modèles de compétition technologique. Une revue de la littérature. *Revue d'économie industrielle*, 1989, vol. 48, no 1, p. 16-34.

FRANKE, Nikolaus et VON HIPPEL, Eric. Satisfying heterogeneous user needs via innovation toolkits: the case of Apache security software. *Research Policy*, 2003, vol. 32, no 7, p. 1199-1215.

HEDBOR, D. (2000), Caudium Announcement, The Caudium Group, 11-08-2000. Read : http://roxen.sodazitron.at/listarchive/article.php?id_article=2045&grp_id=4 (téléchargé le 13 avril 2015).

MOCKUS, Audris, FIELDING, Roy T., et HERBSLEB, James D. Two case studies of open source software development: Apache and Mozilla. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)*, 2002, vol. 11, no 3, p. 309-346.

NETCRAFT. April 2006 Web Server Survey. Read : http://news.netcraft.com/archives/2006/04/06/april_2006_web_server_survey.html (téléchargé le 13 avril 2015).

NETCRAFT. July 2008 Web Server Survey. En ligne : http://news.netcraft.com/archives/2008/07/07/july_2008_web_server_survey.html (téléchargé le 13 avril 2015).

NETCRAFT. May 2014 Web Server Survey. En ligne : <http://news.netcraft.com/archives/2014/05/07/may-2014-web-server-survey.html> (téléchargé le 13 avril 2015).

NETCRAFT. July 2014 Web Server Survey. En ligne : <http://news.netcraft.com/archives/2014/07/31/july-2014-web-server-survey.html> (téléchargé le 13 avril 2015).

RAYMOND, Eric S. Homesteading the Noosphere, 2000. En ligne : <http://www.catb.org/esr/writings/homesteading/homesteading/index.html> (téléchargé le 11 janvier 2015).

RAYMOND, Eric S. *The Cathedral & the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary*, O'Reilly Media, January 15, 2001.

RIGBY, Peter C., GERMAN, Daniel M., STOREY, Margaret-Anne. Open source software peer review practices: a case study of the apache server. In: *Proceedings of the 30th international conference on Software engineering*. ACM, 2008. p. 541-550.

ROBERTS, Jeffrey A., HANN, Il-Horn, et SLAUGHTER, Sandra A. Understanding the motivations, participation, and performance of open source software developers: A longitudinal study of the Apache projects. *Management science*, 2006, vol. 52, no 7, p. 984-999.

SCHRYEN, Guido. Is open source security a myth?. *Communications of the ACM*, 2011, vol. 54, no 5, p. 130-140.

ST. LAURENT, Andrew M. *Understanding open source and free software licensing*. O'Reilly Media, Inc., 2004.

SWIKE, Erin, THOMPSON, Sean, VASQUEZ, Christine. Piracy in China, *Business Horizons*, 2008, vol. 51, issue 6, pages 493-500, 2008. En ligne : <http://www.sfgate.com/news/article/Pirated-Vista-beats-Microsoft-to-China-s-PCs-2652662.php> (téléchargé le 11 janvier 2015).

TEECE, David J. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research policy*, 1986, vol. 15, no 6, p. 285-305.

WISEUR, Robert. Identifying success factors for the mozilla project. In : *Open Source Software: Quality Verification*. Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 45-60.

VON HIPPEL, Eric. Learning from open-source software. *MIT Sloan management review*, 2001, vol. 42, no 4, p. 82-86.

WEISS, Michael, MOROIU, Gabriella, et ZHAO, Ping. Evolution of open source communities. In : *Open source systems*. Springer US, 2006. p. 21-32.

WEST, Joel et GALLAGHER, Scott. Patterns of open innovation in open source software. *Open Innovation: researching a new paradigm*, 2006, vol. 235, no 11.