
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

CENTRE REGIONAL ASSOCIE DE

BOURGOGNE

EXAMEN DE COMMUNICATION

présenté dans le cadre du

DIPLOME D'INGENIEUR C.N.A.M.

SPECIALITE : INFORMATIQUE

OPTION : SYSTEMES D'INFORMATION

par

PELLICOLI Joachim

—————
SaaS et « Cloud computing », outils et technologies

Soutenu le 29 juin 2009

—————
**JURY : Jacky AKOKA
Christophe CRUZ
Christophe NICOLLE**

**Eric LECLERCQ
Guy POUGET
Marie-Noëlle TERRASSE**

Table des matières

TABLE DES MATIERES.....	1
INTRODUCTION.....	3
1 EVOLUTION DES APPLICATIONS	4
1.1 Applications précédant le cloud computing	4
1.1.1 Software.....	4
1.1.2 ASP	5
1.1.3 Synthèse des technologies actuelles	5
1.2 Apports du cloud computing.....	6
1.2.1 Réduction des coûts.....	6
1.2.2 Accessibilité, flexibilité.....	7
1.2.3 Extensibilité, montée en charge	8
1.3 Synthèse	9
2 CLOUD COMPUTING EN THEORIE.....	10
2.1 Infrastructure as a Service (IaaS).....	10
2.2 Platform as a Service (PaaS).....	11
2.2.1 Service de structure	12
2.2.2 Service de conception.....	12
2.2.3 Service d'utilisation.....	13
2.3 Software as a Service (SaaS).....	13
2.3.1 Architecture multi-tenant.....	14
2.3.2 Application composite	15
2.3.3 Service à la demande.....	15
2.4 Synthèse	16
3 CLOUD COMPUTING EN PRATIQUE.....	17
3.1 Présentation des offres du marché	18
3.1.1 Les offres IaaS	18
3.1.2 Les offres PaaS	18
3.1.3 Les offres SaaS	21

3.2	Evolution d’une société vers le cloud computing	24
3.2.1	Application accessoire	25
3.2.2	Application de commodité.....	25
3.2.3	Application métier	27
3.3	Synthèse	28
4	LIMITES DU CLOUD COMPUTING.....	29
4.1	Coût	29
4.2	Accessibilité	30
4.3	Extensibilité	30
4.4	Synthèse	31
	CONCLUSION.....	32
	TABLE DES ILLUSTRATIONS	33
	Listes des figures.....	33
	Listes des tableaux	33
	GLOSSAIRE	34
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36
	Livres	36
	Livres blancs.....	36
	Sites internet	36

Introduction

Le *cloud computing* est un concept de services hébergés, sans maintenance et sans déploiement. Il donne accès à des applications, des plateformes de développement et des infrastructures sous forme de service.

La convergence de diverses technologies mais aussi la conjoncture, font que nous entendons de plus en plus parler de *cloud computing*. La crise économique, force les entreprises à réduire les coûts, à innover et à se repositionner sur leur métier. Le *cloud computing* propose des solutions adaptées aux entreprises. Mais au delà de la solution, c'est une refonte du modèle économique que nous connaissons actuellement. Refonte pour les entreprises consommatrices d'informatique qui n'auront plus à se soucier des infrastructures, de la sécurité et des applications informatiques. Refonte pour les sociétés productrices de programmes qui vont devoir réfléchir afin de transférer leurs solutions en « *cloud solutions* ». Ainsi nous allons passer d'un système économique basé sur des licences, à un système économique basé sur la consommation.

L'apparition du *cloud computing* n'est pas uniquement liée à l'économie, elle est aussi liée à l'évolution des technologies. Internet s'est fortement développé, avec une vigoureuse adhésion des entreprises, mais aussi des particuliers. Les réseaux se sont étendus et leurs capacités ne cessent d'évoluer. De ce mécanisme grandissant, les demandes des entreprises et des particuliers sont de plus en plus grandes, nous voulons communiquer, participer, être connecté en permanence et avoir le contrôle de notre information sur différents supports (Ordinateur, téléphone, PDA, tablette, ...).

Nous allons dans un premier temps faire un état des lieux des technologies existantes, tout en mettant en avant les points à améliorer ou qui posent problème ; ceci nous permettra d'introduire le *cloud computing*. Dans une deuxième partie, nous allons expliquer, d'une manière plus théorique ce qui se cache derrière le *cloud computing* et les différents concepts fréquemment utilisés. Après avoir pris connaissance de l'état actuel des technologies et des possibilités du *cloud computing*, nous verrons quelques solutions pratiques afin d'envisager l'évolution d'une société vers le *cloud*. Ceci nous amènera à un dernier point, qui sera la mise en évidence des limites de ce modèle.

1 Evolution des applications

1.1 Applications précédant le cloud computing

Nous allons définir les types d'applications existantes aujourd'hui, puis nous allons déterminer leurs points faibles et ainsi mettre en évidence les points à améliorer. Pour simplifier notre vision nous allons les regrouper en deux catégories :

- ✚ *Software* : Nous regroupons les applications classiques, fonctionnant en local ou en client serveur.
- ✚ *Application Service Provider (ASP)* : Applications distantes, accessibles via un réseau de type internet, fonctionnant avec un navigateur.

1.1.1 Software

Les applications de type *software* sont hébergées par les entreprises (ou les particuliers). Elles nécessitent des infrastructures pour leur mise en place. Nous pouvons les séparer en deux types :

- ✚ L'infrastructure physique avec les serveurs, le stockage et les réseaux.
- ✚ L'infrastructure humaine avec les experts en charge des serveurs, du stockage et des réseaux.

Ces infrastructures doivent répondre aux pires des scénarios. Le système doit gérer les pannes et incidents, mais aussi les montées en charge exceptionnelles. Cette infrastructure génère des coûts humains et matériels qui sont difficilement supportables par les petites et moyennes entreprises.

La mise à jour des *softwares* se fait poste par poste, ceci engendre une importante consommation des ressources humaines. Les services informatiques évitent au maximum ces changements de version afin d'économiser du temps humain.

Les données logicielles sont stockées sur le réseau interne de l'entreprise. Pour les consulter, il faut dans la majorité des cas, se déplacer physiquement dans la société, ce qui limite la connectivité des collaborateurs.

1.1.2 ASP

Les applications de type ASP sont des applications achetées à un prestataire de services qui sont accessibles via internet. Le prestataire vend une licence logicielle puis le plus souvent facture un coût de maintenance pour l'application. Les serveurs hébergeant des applications ASP possèdent autant d'instances d'applications que de clients. Cela signifie que l'application est répliquée autant de fois qu'il y a de client.

Ces applications sont basées sur les technologies internet, elles sont accessibles via un navigateur. Elles sont moins interactives que les applications *softwares*. Nous pouvons par exemple citer les raccourcis clavier qui sont différents ou absents, les interfaces riches peu présentes,

Les applications ASP sont généralement des migrations d'applications *softwares*. Les personnalisations se font de façon spécifique pour un client, moyennant finance. Il est difficile de les rendre interopérables avec d'autres applications ASP proposées par d'autres prestataires.

1.1.3 Synthèse des technologies actuelles

Nous allons dresser un tableau mettant en évidence les limites ou les contraintes de ces types d'applications. Ce tableau se voudra synthétique afin de dresser des lignes directrices que nous reprendrons avec l'apport du *cloud computing*.

Tableau 1 Faiblesses des applications software et ASP

	Software	ASP
Coût	Coût de l'infrastructure physique et humaine.	Achat de licence et coût de maintenance.
Accessibilité	Accessibilité réduite à l'entreprise.	Interface légère et peu fonctionnelle.
Extensibilité	Evolution difficile. Remise en cause du parc informatique.	Peu interopérable avec d'autres ASP. Personnalisation difficile.

1.2 Apports du cloud computing

Le *cloud computing* tend à répondre à la problématique soulevée par les applications *softwares* et ASP. Nous allons classer ces avancées en trois axes principaux :

- ✚ La réduction des coûts.
- ✚ L'accessibilité, flexibilité.
- ✚ L'extensibilité (*scalability*), montée en charge.

1.2.1 Réduction des coûts

La réduction des coûts est un facteur important dans le développement du *cloud computing* qui séduit de plus en plus d'entreprises. Pourquoi le coût est-il diminué ? Tout simplement car les compétences informatiques sont transférées vers un spécialiste qui fournira un service. Ainsi les coûts d'infrastructures (matérielles et humaines) diminuent. D'autres points permettent également de les réduire. Sur le lancement d'un nouveau projet, la partie « technique informatique » (achat de serveur, évolution du réseau, du stockage, ...) est affranchie. Du temps est ainsi gagné sur la finalisation, puisque qu'il n'est pas nécessaire d'investir ou de faire migrer l'infrastructure. Grâce à cette externalisation les entreprises peuvent rassembler leurs forces pour travailler sur leur métier. Cet avantage séduit de nombreuses PME/PMI qui utilisent beaucoup de ressources pour gérer le système informatique qui ne représente qu'un outil mis à leur disposition pour réaliser leur métier. Un autre point intéressant, lié à cette diminution du coup, est la création d'entreprise. Beaucoup d'experts estiment *le cloud computing* comme un élément intéressant pour les *startups* [SUN1]. La location du système informatique leur évitera un coût de départ et elles pourront consacrer leur capital à la mise en place de leur métier.

Les serveurs informatiques de l'entreprise sont une source de dépense ; toutefois ceux-ci se transforment en économies dans le modèle *cloud*. Pour garantir un service optimum en permanence tout au long de l'année, les serveurs doivent être en mesure de gérer le plus fort pic de consommation. Pour pallier à cette contrainte dans le modèle traditionnel, les salles serveurs sont organisées afin de disposer suffisamment de ressources, ce qui conduit à une sous exploitation des serveurs. Des études montrent que les serveurs sont exploités entre 5% et 20% de leurs capacités [ARM1]. Le *cloud computing* offre une solution : il permet une adaptation du coût en fonction de la consommation. L'infrastructure est mutualisée avec les

autres utilisateurs ce qui a un effet réducteur sur le coût global. Les serveurs sont achetés en grande quantité ce qui permet au prestataire de négocier le coût d'acquisition. Le prestataire peut également négocier d'autre type d'achat comme l'électricité. L'adaptation des besoins et donc la bonne utilisation des serveurs est un facteur écologique à prendre en compte. « *Un petit centre informatique de 100 serveurs "moyens" rejette donc environ 10 tonnes équivalent carbone par an, soit autant que 10 petites voitures ou que 10 aller-retour Paris-Boston* » [GRE1].

Une autre approche pour réduire les coûts se situe au niveau du cycle de mise en production d'une application ou d'une version. Les applications suivent une phase de conception-réalisation et une période test par les équipes de développeurs. Les utilisateurs de cette application vont également suivre une phase d'installation et de vérification avant de passer en production. Ce cycle n'est plus utile dans le *cloud computing* car les évolutions des services impactent tous les utilisateurs sans installation ou manipulation. Voici une illustration de ce cycle.

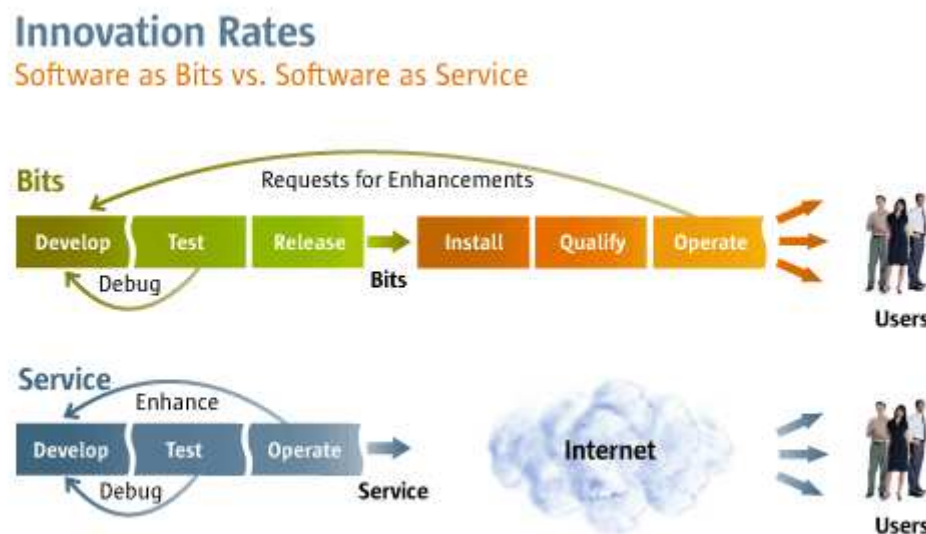





Figure 1 Cycle logiciel d'un SaaS [SUN1]

1.2.2 Accessibilité, flexibilité

Grâce au *cloud computing*, les applications sont déconnectées de la partie physique de l'entreprise. Ainsi elles sont accessibles en permanence et en tous lieux connectés au réseau internet. Ceci favorise l'intégration des acteurs de l'entreprise en augmentant les échanges en un temps réduit. Les collaborateurs « nomades », comme les commerciaux, peuvent se

connecter aisément au système d'information. Ils peuvent rebondir sur un message d'un collègue sans attendre de retourner dans les locaux de l'entreprise. Le *cloud computing* apporte une flexibilité dans le travail ; il permet par exemple d'occuper les temps morts (attente dans un aéroport, hôtel, ...).

L'accessibilité offerte par le *cloud* permet d'enrichir en continu le système d'information. Le *cloud computing* donne accès à un vaste panel d'outils collaboratifs. Nous pouvons classer ces outils en trois grandes parties :

-  Outils de messagerie : Messagerie électronique et messagerie instantanée.
-  Outils de gestion électronique des documents (GED).
-  Outils de progiciel intégré : Gestion des ressources humaines, commerciales, ...

1.2.3 Extensibilité, montée en charge

Le *cloud computing* offre une élasticité importante aux applications délivrant un service (SaaS). Par exemple le service des impôts en France a besoin d'importantes ressources entre le mois d'avril et juin afin de collecter les déclarations des contribuables. Grâce au *cloud computing* qui intègre des systèmes virtualisés au sein de ses *datacenters*, ce type de scénario est envisageable. Le service prendra les ressources dont il a besoin sur la période nécessaire puis s'adaptera en fonction de sa sollicitation. Beaucoup d'entreprises se rendent compte qu'elles ont des pics de consommation ponctuels. Par exemple, c'est le cas des sociétés de vente par correspondance, qui ont une forte activité durant la période de Noël. Cette extensibilité se traduit d'une manière transparente et automatisée par les *datacenters*. Grâce à ces centres, les utilisateurs ont accès aux avantages des grandes structures en terme de sécurité et de robustesse.

Les sociétés pourront faire évoluer leurs besoins informatiques en parallèle à leur croissance. Dans le *cloud computing* elles ne se poseront pas de questions techniques sur l'architecture à mettre en place pour correspondre à leur évolution. Elles demanderont d'avantage de ressources à leur prestataire afin de répondre à leur nouvelle structure. Il en est de même pour les services. Les entreprises peuvent rapidement ajouter ou soustraire des services, adapter leurs offres en fonctions de leurs besoins. Les prestataires pourront faire évoluer les services ainsi les consommateurs auront accès immédiatement aux améliorations, sans déploiement ni migration.

1.3 Synthèse

Dans cette première partie nous venons de faire un tour d’horizon des différents types d’applications existantes. Ceci nous a permis de relever les limites des systèmes actuels. A partir de ce constat nous avons démontré l’apport du *cloud computing* en trois grandes lignes directrices : réduction des coûts, accessibilité, extensibilité.

Tableau 2 Synthèse des avantages du cloud computing

Coûts	<ul style="list-style-type: none">- Réduction des coûts- Equipes recentrées sur le métier de l’entreprise- Optimisation de l’utilisation des serveurs (réduction de la pollution)
Accessibilité	<ul style="list-style-type: none">- En tous lieux et à tous moments- Travail collaboratif amélioré
Extensibilité	<ul style="list-style-type: none">- Elasticité de la performance ponctuelle- Flexibilité dans l’évolution de la structure- Flexibilité dans l’évolution des services (logiciels)

2 Cloud computing en théorie

Le *cloud computing* véhicule autour de lui des concepts, des termes et des idées, qui ne sont pas toujours bien définis. Dans cette partie nous allons dresser un panorama de cette technologie, ce qui nous permettra par la suite d'envisager un cas pratique.

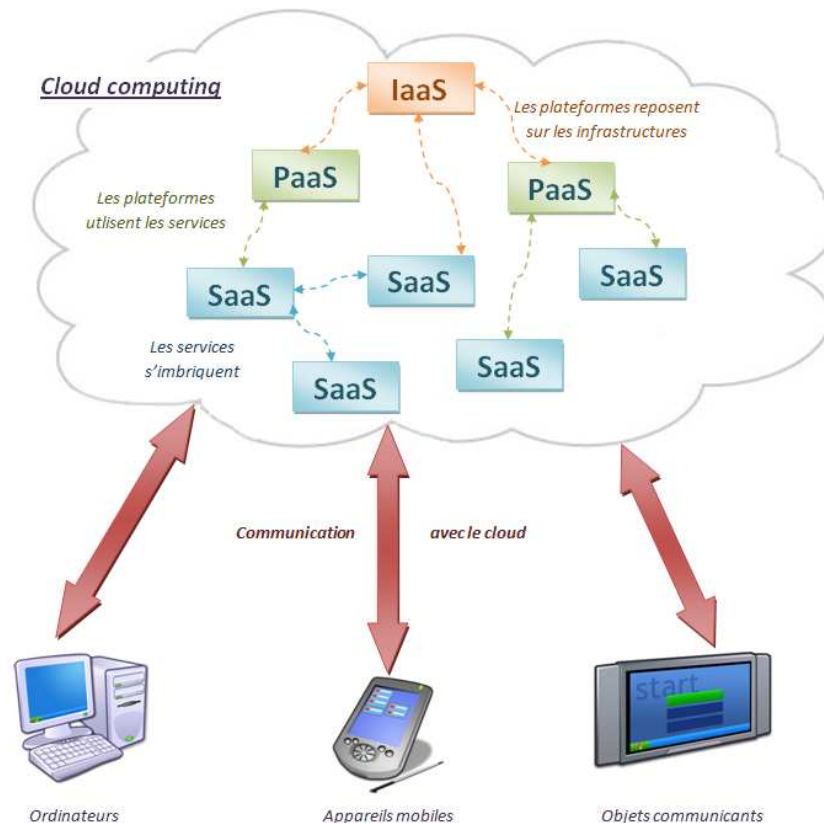


Figure 2 Cloud computing : Conception générale

Le schéma ci-dessus nous donne une vision globale du *cloud computing*. Nous allons à partir de celui-ci entrer dans le détail des éléments situés dans le « nuage ». Nous allons expliquer trois éléments, qui sont l'infrastructure, la plateforme et le service.

2.1 Infrastructure as a Service (IaaS)

C'est la couche la plus élémentaire du *cloud computing*, elle correspond à la partie physique de ce modèle. L'IaaS est un concept d'achat de ressource. Le client achète une

capacité mais pas une machine physique. Il bénéficie d'un service de « calcul », de « stockage », de « réseaux », sans se soucier de la mise en œuvre technique, de l'infrastructure et du réseau. Dans certaines solutions le client compose son parc « virtuel » de serveurs en leur attribuant chacun un rôle. Les personnes travaillant avec la couche IaaS sont souvent des spécialistes des systèmes et réseaux.

L'IaaS est doté de serveurs regroupés dans des *datacenters*. Les serveurs sont montés sur des systèmes virtualisés qui permettent une allocation dynamique des ressources pour les consommateurs (extensibilité). Ce niveau physique regroupe la puissance de calcul, la mémoire vive et l'espace de stockage.

L'architecture réseau est gérée dans l'IaaS. Les pare-feux, la sécurité, les connections internet et les débits réseaux font partie de cette architecture.

Dans le service d'infrastructure, nous bénéficions des avantages des grands *datacenters*. L'accès physique aux serveurs est sécurisé, les salles sont équipées de système anti-incendie, les données sont répliquées dans d'autres *datacenters* espacés de quelques centaines de kilomètres afin d'éviter tout problème géographique / climatique, ... L'IaaS bénéficie d'une redondance des systèmes au sein du *datacenter*, en plus d'une redondance géographique [REE1]. Ces systèmes de redondance permettent aux infrastructures d'obtenir 99.9% de disponibilité pour leurs clients [PLO1]. Cette disponibilité est peu envisageable pour les PME/PMI qui n'ont pas les moyens humains et financiers de mettre en place des systèmes redondants, ni des plans de relance en cas de perturbation.

2.2 Platform as a Service (PaaS)

La plateforme du *cloud computing* est la couche intermédiaire entre les services (SaaS) et la partie physique (IaaS). Le PaaS cherche à reproduire l'architecture d'une plateforme d'application classique (système d'exploitation, environnement d'exécution, stockage, ...). Il offre un certain nombre de services pour les développeurs afin de créer des applications pour les entreprises. Nous allons les regrouper en trois catégories que nous décrivons. Le graphique ci-dessous nous montre cette conception.

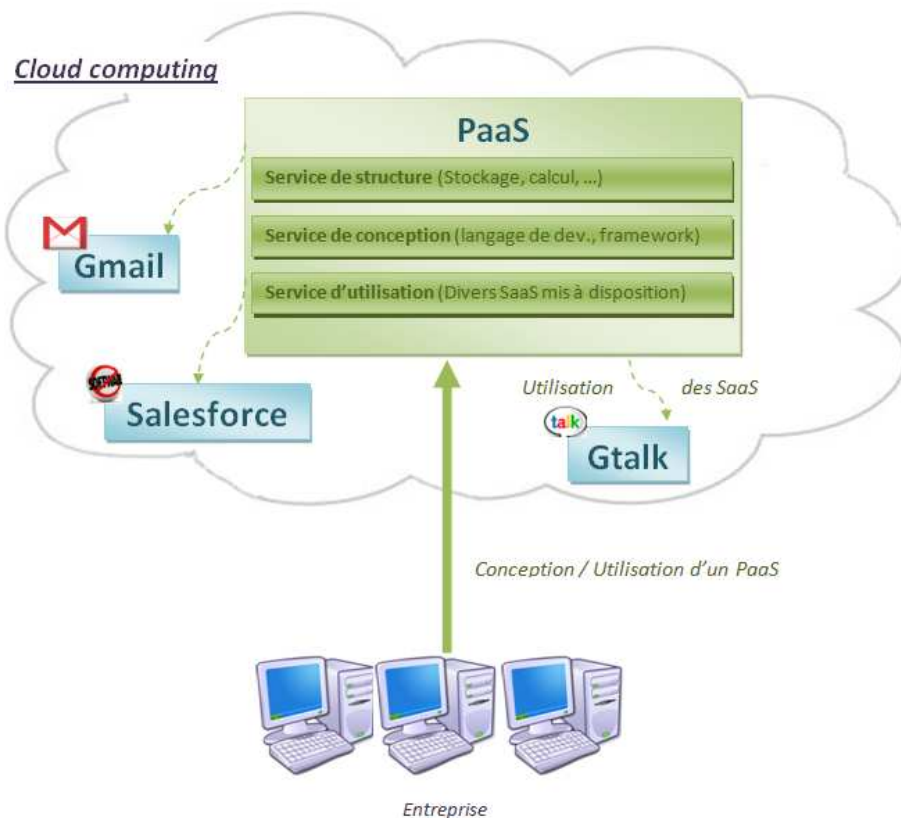


Figure 3 PaaS : Conception générale

2.2.1 Service de structure

La plateforme donne accès à plusieurs services que nous avons vus dans la partie IaaS. Nous trouvons les services de calcul, de stockage des données, de stockage des applications, Elle apporte également des services complémentaires afin de contrôler le bon fonctionnement de la plateforme. De plus elle permet de travailler sur un environnement de test ou de production.

2.2.2 Service de conception

Le PaaS permet aux entreprises de concevoir leur service métier. Pour créer ces applications, les principaux acteurs du PaaS proposent des environnements de développement. Certains acteurs offrent de nouveaux langages adaptés au *cloud computing*, langages qui sont propriétaires, d'autres utilisent des langages existants comme le Java, C#, C++, Pour aider les développeurs, un ensemble d'outils et de bibliothèques est mis à leur disposition (*frameworks*).

2.2.3 Service d'utilisation

Les acteurs du PaaS mettent à disposition des catalogues de SaaS afin de concevoir des applications. Aucun développement n'est nécessaire, nous combinons les SaaS entre eux afin d'obtenir une suite logicielle cohérente pour notre entreprise. L'apport du service d'utilisation est limité face aux développements qui peuvent être réalisés par le service de conception. Le service d'utilisation permet, au même titre qu'un SaaS, d'entrer dans le *cloud computing* par un simple processus.

2.3 Software as a Service (SaaS)

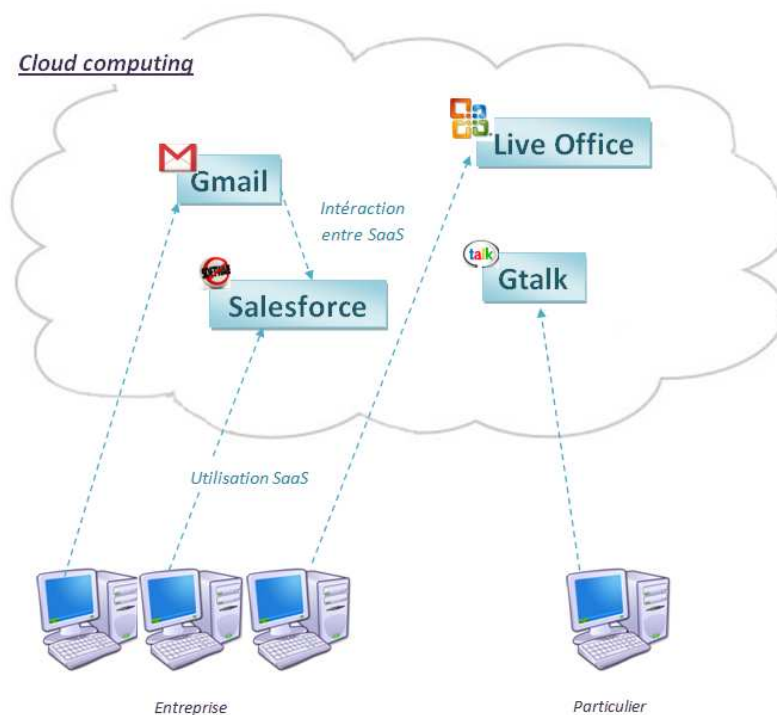


Figure 4 SaaS : Conception générale

La figure ci-dessus présente les SaaS. Elle met en valeur les communications extérieures (entreprise et particulier) et les communications inter SaaS. Nous allons étudier ces concepts.




SaaS signifie Software as a Service, c'est-à-dire un logiciel fourni sous la forme de service et non sous la forme de programme informatique (code binaire à installer sur une machine). Les utilisateurs des applications SaaS accèdent à ce service via internet [PLO1].

Les interfaces des applications SaaS sont le plus souvent créées en utilisant les *Rich Internet Application* (RIA), ce qui leur confère une dynamique d'utilisation (accessibilité). Les SaaS sont indépendants du support d'utilisation, ainsi ils sont fréquemment compatibles avec des appareils mobiles (téléphone, tablette, PDA, ...).

Les SaaS sont des applications ou morceaux d'application, clés en main qui ne nécessitent aucune installation.

A noter que nous pouvons rencontrer le terme de S+S pour *Software + Services*. Cette dénomination est celle de Microsoft qui souhaite marquer la différence par rapport au SaaS. Microsoft définit une offre entre le service web et l'application de bureau. Il part du principe que c'est à l'utilisateur de choisir, en fonction de la tâche à accomplir, quel environnement il préfère utiliser. Mais également qu'il ne faut pas forcer les utilisateurs à passer en SaaS.

Plusieurs caractéristiques permettent de décrire les SaaS, nous allons retenir les trois principaux :

-  Architecture multi-tenant (ou *multitenancy*)
-  Application composite (ou *mashup*)
-  Service à la demande (ou *on demand*)

2.3.1 Architecture multi-tenant

Une instance d'application s'adapte à plusieurs utilisateurs, c'est ce que nous appelons une architecture multi-tenant. Les utilisateurs dans ce cas sont nommés les tenants. Chaque tenant peut bénéficier d'une personnalisation de son application. Il peut personnaliser les interfaces graphiques, les règles métiers, les processus, Un SaaS doit avant tout intégrer un niveau de personnalisation important. Nous l'avons vu dans le 1^{er} chapitre, la personnalisation des applications est un point qui est reproché aux applications ASP. Cette personnalisation est importante pour l'adhésion des entreprises aux services.

L'architecture multi-tenant mutualise la partie commune à tous les tenants. Sa conceptualisation n'est pas évidente, car il faut envisager tous les scénarios possibles lors de la conception du SaaS.

L'objectif d'une architecture multi-tenant est de trouver le juste milieu entre personnalisation et mutualisation.

2.3.2 Application composite

Les SaaS ne sont pas des migrations d'applications clients / serveurs mais de nouveaux services écrits et conçus dans l'objectif d'être autonomes et ouverts. Ceci signifie que les SaaS rendent un service pour un travail donné, par exemple la création ou la modification de document de type texte. Imaginons que l'on utilise un autre SaaS pour la gestion électronique de document, ce dernier service devra être capable d'appeler le premier afin de modifier les documents de type texte (cf. Figure 4 SaaS : Conception générale). Cette conception implique une architecture orientée service (SOA) afin que les différentes applications puissent communiquer entre elles.

Chacun des SaaS est une application composite, autonome pour un accès direct, tout en gardant une certaine souplesse afin d'être composé avec d'autres SaaS. Nous pouvons comparer les applications composites, dans ce cas là, à des pièces de lego. Ainsi chaque utilisateur pourra choisir les services qu'il désire pour en faire une seule application. De nombreux travaux sont réalisés afin d'obtenir des services d'identification, de stockage de documents et de traitement de documents. Tous ces services pouvant fonctionner les uns avec les autres.

2.3.3 Service à la demande

Le principe du SaaS à la demande est d'utiliser un service pour un temps ou une action défini. Nous le sollicitons pour répondre à un besoin, nous sommes donc dans un système de consommation à la demande.

Un fondement du SaaS est de ne plus se reposer sur un système de licence mais plutôt sur un système de consommation de service. En fonction de la prestation, les fournisseurs peuvent demander un paiement au nombre d'accès, au giga-octet de transit ou de toute autre manière. Le système de licence n'est plus présent, il laisse place à un paiement de ce que l'on utilise (*pay-as-you-go*). Nous en avons déjà parlé brièvement en introduction, mais ce point est très important. Pour les clients, c'est un impact direct dans leur comptabilité puisqu'ils transfèrent les immobilisations en charges (réduction des coûts). Pour les éditeurs de logiciel ce sont toutes leurs offres commerciales qui sont à revoir, en proposant des services à la place des logiciels. Nous passons d'un modèle traditionnel propriétaire à un modèle de service.

2.4 Synthèse

Dans cette partie nous venons d'expliquer les trois couches qui forment le *cloud computing*. La plus élémentaire est la couche IaaS où est mise en place une infrastructure de travail. Ensuite nous avons la couche PaaS qui permet de créer son propre « *cloud* », elle offre un environnement de travail, avec un certain nombre d'outils et de services. Vient enfin la dernière couche qui est le SaaS, que nous pourrions qualifier de service clés en main. Cette couche est utilisable en l'état et offre un service fini.

Voici une figure qui replace chacune des couches dans leur contexte, ainsi que les acteurs qui sont impliqués sur chacune d'elles.

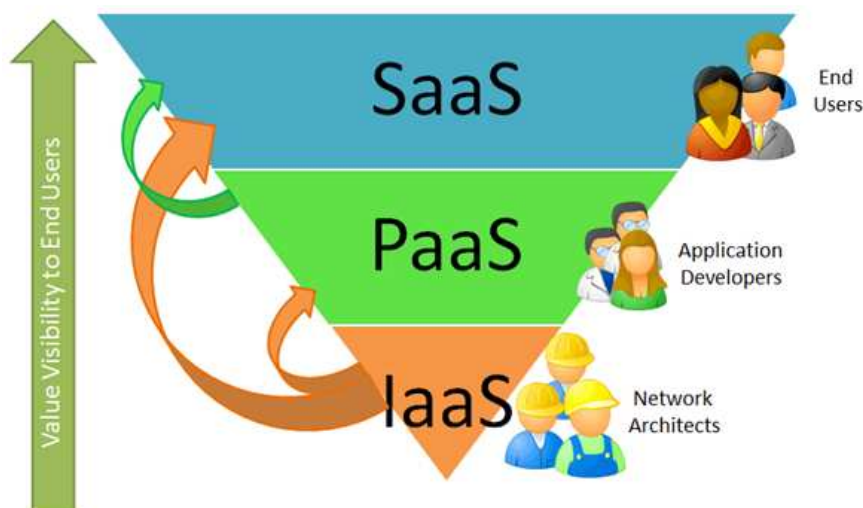


Figure 5 Synthèse des couches du cloud computing [SAAI]

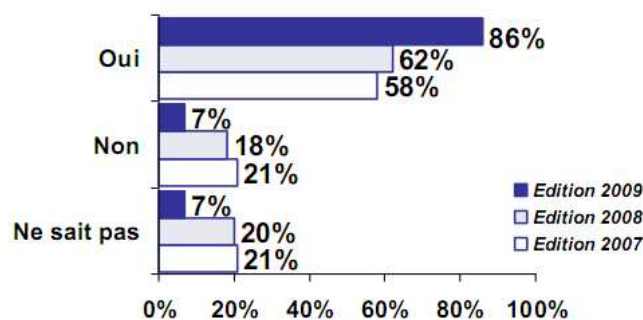
3 Cloud computing en pratique

Maintenant que nous avons une notion globale du *cloud computing* ainsi qu'une vision des différentes couches et de leurs rôles, nous pouvons étudier quelques offres des plus grands acteurs du marché. Cette étude ne se veut pas un éventail de toutes les solutions existantes, mais plutôt un échantillon des plus rencontrées aujourd'hui.

Cette présentation nous donnera les outils nécessaires afin d'établir un exemple concret de migration d'un système d'information d'une société. Dans ce chapitre nous allons réagir aux questions que les entreprises vont se poser : « Quelles avantages ma société peut-elle tirer des SaaS et du *cloud computing* ? » et « Comment évoluer vers le *cloud* ? ».

Un autre facteur décisif dans l'évolution des SaaS, sera l'implication des éditeurs pour créer des solutions SaaS. Le marché semble favorable à cette évolution.

Pensez-vous que le modèle économique actuel des éditeurs de logiciels devrait basculer à terme vers le modèle SaaS / On Demand ?



Source MARKESS International

Echantillon : 160 prestataires en 2009 – en % des réponses

Figure 6 Sondage sur l'adhésion du modèle SaaS [MARI]

Commençons par étudier couche par couche les différents acteurs et les solutions qu'ils proposent.

3.1 Présentation des offres du marché

3.1.1 Les offres IaaS

Le pionnier et leader du marché de l'infrastructure est Amazon. D'autres sociétés se sont développées sur ce créneau comme GoGrid, Flexiscale,

Amazon

Amazon propose deux solutions d'IaaS (EC2 et S3) qui bénéficient des avantages de cette couche (performance des *datacenters*, achat d'un service, flexibilité dans l'évolution de la structure, ...).

S3 signifie *Simple Storage Service*. C'est un système de stockage en ligne. Amazon propose un prix entre 0.15\$ et 0.18\$ du giga-octet stocké par mois. S3 a été lancé il y a trois ans et se révèle un succès pour Amazon. 52 milliards d'objets y ont été déposés et génèrent 1 000 milliards de requêtes par an effectuées par les utilisateurs de plus de 90 pays différents [AM1].

EC2 signifie *Elastic Compute Cloud*, c'est un environnement virtuel de machine. Il permet de concevoir des machines virtuelles et d'y associer des images logicielles prédéfinies. Par exemple un serveur LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) peut être instancié.

GoGrid

Il propose des services similaires à Amazon. La création d'un parc de serveurs se fait en quelques clics, l'ajout des unités de stockage également. L'interface permet de gérer les connexions entre les différents éléments virtuels que nous venons de créer. GoGrid dispose de nombreuses images logicielles bien supérieures à l'offre EC2 d'Amazon.

3.1.2 Les offres PaaS

Les offres PaaS se sont développées au cours des derniers mois. Tout d'abord nous avons l'offre d'Amazon, nommée Amazon Web Service (AWS). Google a également créé sa plateforme qu'il a nommé App Engine, lancé en avril 2008. Pour contrer ses deux rivaux,

Microsoft est en train de finaliser sa plateforme qui se nomme Azure. Il en existe bien d'autres telles que force.com, Outsystems, ... Examinons les trois principales offres.

Amazon AWS

C'est une offre typée d'assez bas niveau. Elle est caractérisée ainsi, car elle offre un niveau d'abstraction matérielle tout en laissant une grande possibilité d'organisation aux équipes de développeurs. La plateforme AWS est basée sur EC2 et tire avantage de cette couche. Elle intègre également le système de stockage S3. Au sein de cette offre nous retrouvons plusieurs services :

- ✚ **SimpleDB** : Ce service est un complément de S3, il permet de stocker de l'information en base de données. Ce stockage offre les fonctionnalités d'indexation et d'interrogation par requête pour les utilisateurs.
- ✚ **Cloud Front** : C'est un système de diffusion de contenu fiable et rapide. Grâce au réseau d'Amazon et à un système de cache, les débits sont fortement améliorés.
- ✚ **SQS Simple Queue Service** : C'est un système d'intégration de données. Il est basé sur un système de file d'attente qui permet de gérer les accès multiples. L'intégration des données permet à AWS de communiquer avec d'autres structures. Cette communication peut se faire d'une manière asynchrone.
- ✚ ...

Google App Engine

La plateforme Google App Engine est une plateforme typée de haut niveau. Elle est caractérisée ainsi, car il y a une abstraction totale du système. Ceci signifie que l'on travaille sur les ressources Google et non pas sur une machine virtualisée dédiée à notre entreprise. Tout est mutualisé d'une manière transparente. La plateforme Google App Engine se développe avec deux langages au choix : Python ou Java. Dans ces deux langages il est possible d'utiliser le *framework* GWT pour *Google Web Toolkit*. Des *plugins*, pour les environnements de développement comme Eclipse, sont disponibles afin de communiquer avec la plateforme. Google App Engine mesure les ressources utilisées telles que le temps processeur, le stockage ou la bande passante pour les facturer (un certain seuil est mis à

disposition gratuitement). Il est possible de paramétrer ces applications pour définir un maximum de ressources à ne pas dépasser.

Nous pouvons citer quelques services proposés par Google App Engine :

- ✚ **DataStore** : C'est la solution de stockage proposée par Google. Elle bénéficie d'un moteur de recherche accessible par exécution de requête, GQL *Google Query Language*.
- ✚ **Google Accounts** : Google met à disposition son système d'identification sécurisé. Celui-ci stocke l'identification sur la plateforme et grâce à l'API SSO de Google vous avez accès aux autres services sans nouvelle identification. Il offre également la possibilité de dériver son service afin de s'identifier directement sur un annuaire d'entreprise.
- ✚ **Memecache** : Equivalent au Cloud Front de AWS. Il permet d'accélérer le débit des applications.
- ✚ **App Galery** : Google donne accès à un catalogue d'offre (SaaS), nous retrouvons des services de gestion de document, de mail, d'agenda,
- ✚ ...

Microsoft Azure Services Platform

Microsoft n'a pas encore tout à fait finalisé sa plateforme. Annoncé à l'automne 2008, elle est actuellement en phase de test. Microsoft envisage la sortie d'Azure Services pour la 2^{ème} partie de l'année 2009. Il a cherché à tirer partie des avantages de ses deux concurrents. La plateforme donne accès à la gestion de machines virtuelles (couche IaaS). Le développement des applications se fait dans les langages C# et Vb.net en utilisant le *framework* .Net. Microsoft envisage d'intégrer d'autres langages tels que Java, php, ... Voici les principaux services proposés par la plateforme Azure :

- ✚ **Live Services** : Accès aux fonctionnalités Live de Microsoft. Le développeur a accès aux données et outils contenus dans les Lives Services (ex : LiveMessenger, Windows Live ID, ...).
- ✚ **.Net Services** : C'est la plateforme d'intégration des données. Elle est constituée d'un bus de service qui permet d'aiguiller l'information, d'un service de *workflow* pour gérer des scénarios d'exécution et d'un service de contrôle d'accès.

- + **SQL Services** : C'est le service de persistance de données de Microsoft. Il intègre un système de base de données (SQL Data Services), ainsi que des outils de *reporting*, d'analyse dimensionnelle, de synchronisation des données, ...
- + ...

Synthèse des offres PaaS

Les offres d'Amazon, Google et Microsoft sont assez denses, elles présentent chacune des fonctionnalités et architectures variantes. Nous allons synthétiser ces trois offres dans un tableau qui aura pour but de faciliter la prise de décision sur une offre PaaS.

Tableau 3 Synthèse des offres PaaS




	AWS	App Engine	Azure
Support IaaS	Machine virtuelle pour l'entreprise	Intégré à Google	Machine virtuelle pour l'entreprise + système dédié
Console de gestion	Oui	Oui	Oui
monitoring	Oui	Oui	Oui
Langage de développement	Aucun. A installer par le client (C++, C#, Java, Perl, Python, Ruby)	Python, Java	.Net (C#, Vb.Net, ...) A venir : Java, Php, ...
Intégration des données	SQS	Non	.Net Integration Services
Identification	Non	Google account + délégation	Live Id + Geneva (délégation)
Catalogue de SaaS	Non	Oui	Non

3.1.3 Les offres SaaS

Comme nous l'avons déjà vu les offres SaaS sont des offres clés en main. Il en existe de plus en plus sur le marché dans des secteurs bien différents, comme la CRM, les ressources humaines, la paie, la GED, la communication, la collaboration, Certaines offres SaaS sont

à l'origine des offres grand public ; elles ont amélioré leur robustesse (sécurité, stabilité,) pour devenir des offres professionnelles.

Voici quelques offres :

-  CRM : Salesforce, NetSuite, ...
-  GED et collaboration : Google Apps, Office Live, Zoho Online Office, ...
-  Ressources humaines : UltimateSoftware, Zoho People, ...

Rappelons que les SaaS doivent être développés avec un niveau d'abstraction suffisant pour qu'ils soient utilisés comme un service *mashup*. Prenons un exemple pour illustrer cet aspect composite des SaaS : le service de stockage box.net. Celui-ci donne la possibilité de déposer des fichiers, de les partager afin de collaborer avec nos partenaires. La collaboration atteint un niveau intéressant, car n'importe quel collaborateur du projet pourra venir consulter et apporter sa modification à tout moment (entre deux rendez-vous client par exemple). La centralisation du document évite également les manipulations de synchronisation ou de perte d'information en cas de modification mutuelle.

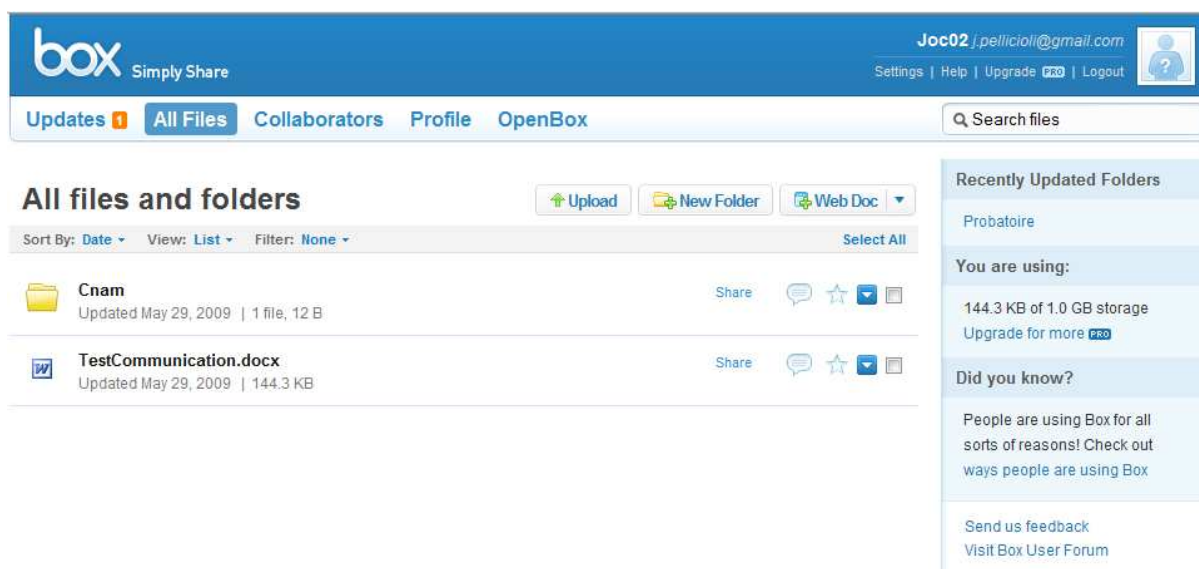


Figure 7 Box.net vision du contenu

D'un autre côté prenons le SaaS de Zoho. Ce service regroupe une multitude d'autres services comme la bureautique (traitement de texte, tableur, ...), la planification, la gestion de réunion, ... Dans notre cas nous allons nous intéresser à Zoho Writer pour créer un document de traitement de texte.



2 Cloud computing en théorie

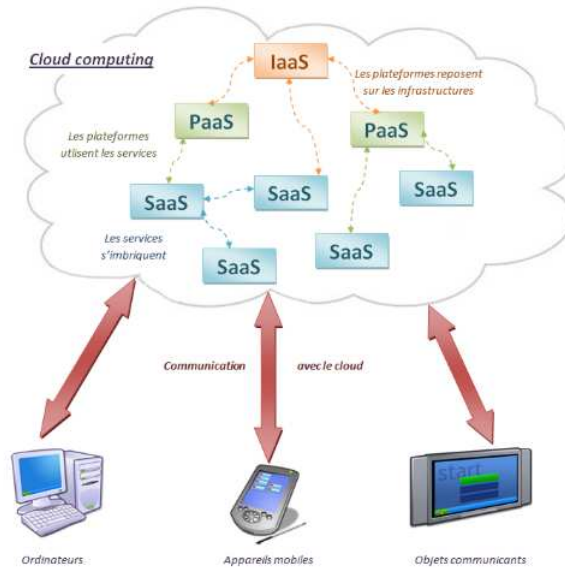


Figure 2 Cloud computing conception générale

Le schéma ci-dessus nous donne une vision globale du *cloud computing*. Nous allons à partir de celui-ci rentrer dans le détail des éléments situés dans le « nuage ». Nous allons expliquer les trois éléments suivants qui sont le service, la plateforme et l'interface.

Figure 8 Zoho Writer

L'idée de la combinaison des services serait de pouvoir stocker nos documents sur Box.net et de les éditer via le service Zoho. Ainsi nous composerions notre solution avec deux SaaS différents. Box.Net propose « OpenBox Services » qui permet de coupler des services extérieurs. Nous obtenons la solution souhaitée en accédant à la modification de notre document via Box.net et le service Zoho.

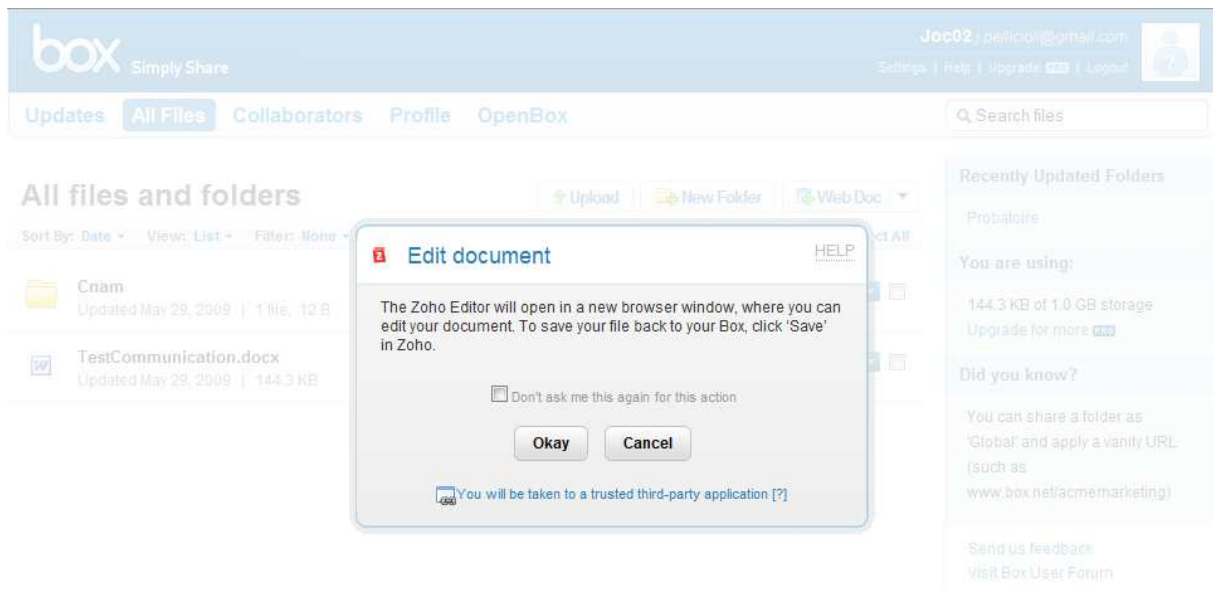


Figure 9 Box.net connexion à Zoho

Par cet exemple nous venons d'illustrer la puissance et l'intérêt des SaaS. Sans installation, sans configuration requise, juste avec un ordinateur et une connexion internet nous avons stocké, d'une manière sécurisée nos documents de type texte. Nous pouvons créer de nouveaux documents ou modifier les existants, tout ceci sans installation d'application et de n'importe quel poste.

3.2 Evolution d'une société vers le cloud computing

Ayant une vue des différents acteurs du *cloud computing*, nous allons essayer de voir comment une entreprise peut y adhérer. Nous allons définir trois types d'applications, qui correspondent à des services.

- + **Application accessoire** : Ici, nous parlons de services accessoires. Nous pouvons enrichir une application par un SaaS de cartographie. Ce service est limité, il n'y a pas de données sensibles de l'entreprise, pas de risque pour l'existant.
- + **Application de commodité** : Ce type de service regroupe des fonctionnalités utiles pour toute l'entreprise. Il engage des données qui sont importantes mais pas critiques pour la société. A ce niveau nous pouvons citer les applications de

messagerie instantanée, de messagerie par mail, de gestion de la relation client (*Customer Relationship Manager CRM*),

✚ **Application métier** : Ce dernier service est le plus sensible. Nous sommes dans le cœur de l'entreprise, avec les données à forte valeur ajoutée. Ces données sont très critiques et les applications sont peu généralisables. Nous sommes sur de l'application sur-mesure.

Nous allons prendre comme exemple la société Ymag SAS dans laquelle je travaille. Nous allons voir comment nous pouvons basculer ses applications dans le *cloud computing*. Commençons par une brève présentation de cette structure. Ymag SAS est un éditeur de logiciel pour des centres de formation. Elle emploie 50 salariés, répartis équitablement entre formateurs, la majorité du temps en déplacement, et développeurs, sédentaires.

3.2.1 Application accessoire

Ymag, ne peut pas engager tout de suite des migrations d'applications vers un univers qu'elle ne connaît pas. Le *cloud computing* étant assez récent et les retours utilisateurs peu nombreux. Malgré cela elle est séduite par les avantages que peuvent apporter cette technologie. Dans un premier temps elle va tester des fonctionnalités « accessoires » du *cloud computing*. Le secrétariat va commencer à utiliser des services très simples de cartographie afin de préparer les itinéraires des formateurs ainsi que les étapes nocturnes.



3.2.2 Application de commodité

Ymag pourra dans un second temps, après avoir approuvé les SaaS accessoires, passer aux SaaS de commodité. Nous allons commencer un vrai travail de fond afin de définir une stratégie et un projet de migration. Ce projet se fera en plusieurs phases pour chacun des services retenus. Il faudra dans un premier temps créer un groupe test, qui aura pour but de vérifier la robustesse du service et des fonctionnalités. Dans cette approche il faudra également s'assurer de la pérennité du fournisseur. Si ces tests sont concluants, il y aura une phase de migration des applications actuelles vers le *cloud*.

Ymag, pour sa messagerie électronique, bénéficie actuellement d'une offre ASP. Cette offre permet l'hébergement du serveur mail. La réception des courriers se fait en interne avec

Outlook et en externe via le portail du prestataire. Ce portail est de type ASP, non personnalisable, avec peu d'opération possible (glisser-déposer, filtrage, multi-sélection pour action, ...). Pour la gestion des planifications Ymag utilise une feuille Excel qui est consultée par tout le personnel pour identifier la mission de la journée. Ce système pose problème car les formateurs ne peuvent ni consulter ni intervenir sur leur planning lorsqu'ils sont en déplacement. Les modifications concurrentielles et l'historique sont très mal gérés. D'autres documents, comme les spécificités des clients, sont également utiles. Ces documents sont saisis par les formateurs. Ceux-ci les produisent sur leur portable et les transmettent lors de leur passage dans les locaux de la société. Cela présente un risque, car leur travail peut être perdu (vol du portable, problème technique, ...). De plus les documents arrivent parfois avec quelques semaines de retard ce qui peut porter préjudice aux équipes de développement et d'assistance qui vont être en contact avec les clients. Tous ces documents nécessitent un serveur de stockage, avec un logiciel de sauvegarde. Afin de garantir la sécurité des données, une copie est externalisée de manière manuelle.

Pour répondre à cette problématique nous pourrions proposer les SaaS suivants :

-  **Google Apps** : Il propose un système de messagerie électronique. Ainsi les formateurs et le reste de l'entreprise auront une application commune pour consulter leurs mails. L'interface est riche et fonctionnelle. Ils bénéficieront également d'une messagerie instantanée ce qui augmentera la réactivité entre les membres du personnel. Pour la collaboration et la publication, Google Documents permet de créer des fichiers de traitement de texte et de tableur. Ainsi les formateurs pourront saisir leurs documents techniques en ligne et éviter tout risque de perte ou de retard dans la communication d'information. Le planning pourra être reporté dans le tableur de Google, ainsi tout le personnel pourra consulter et intervenir sur son planning à tout moment et de tout lieu.
-  **Zoho Work Online** : Nous retrouvons les mêmes fonctionnalités que sous Google Apps avec Zoho Mail pour la messagerie électronique, Zoho Chat pour la messagerie instantanée et Zoho Writer et Sheet pour le traitement de texte.

Nous pouvons dresser un bilan des avantages de ce passage au SaaS. Ce bilan est à titre indicatif en fonction des éléments analysés dans ce document.

Tableau 4 Bilan Ymag - SaaS de commodité

Coûts	Délocalisation des serveurs de sauvegarde vers l'extérieur. Les personnes s'occupant de ces tâches sont libérées et peuvent se recentrer sur l'activité d'Ymag. Les sauvegardes sont plus sûres avec le bénéfice des systèmes des grandes structures.
Accessibilité	Les données sont accessibles en permanence et par tous les acteurs de l'entreprise. Réactivité augmentée par la messagerie instantanée et la GED.
Extensibilité	Ymag peut monter en charge (augmentation de personnel) sans se préoccuper de l'infrastructure.

3.2.3 Application métier

Voici la dernière étape du *cloud computing* pour une société. Après un avis positif sur les deux premières étapes, Ymag pourra envisager de délocaliser « ses applications métiers ». Ce passage s'avère plus risqué, du fait de la sensibilité des données. Ymag ne peut pas perdre l'accès à ses applications métiers, même momentanément. Cette couche est la plus sensible et sûrement la plus difficile à mettre en œuvre dans les entreprises.

Ymag a conçu un logiciel « maison » pour gérer l'aspect commercial, contact client, statistiques financières. Cette application est également la plateforme du centre d'appel (gestion des dépannages, évolution et correctif des applications). En parallèle à cette application, sont conservées des copies de base de données des clients, ainsi que des documents transmis à l'assistance. Ce stockage est fait sur une arborescence disque pour ne pas encombrer la base de données.

Compte tenu de la réponse fournie par Google Apps à notre problématique sur le point précédent, nous allons partir sur la solution de Google : Google App Engine. Grâce à cette plateforme nous allons pouvoir redévelopper notre solution « maison ». Nous allons nous appuyer sur l'expérience du *cloud* acquise lors du passage aux applications de commodité. Google App Engine bénéficie du service DataStore, qui va être utile pour stocker nos données (données sur les clients, sur les ventes, sur les dépannages, ...). Cette base de données a un autre avantage non négligeable pour Ymag : elle est conçue pour stocker et traiter de gros fichiers. Ainsi nous pourrions stocker les sauvegardes des bases de données des clients de même que les documents traités par l'assistance.

3.3 Synthèse

Ce chapitre nous a permis de présenter quelques acteurs du *cloud computing*. Chacun d'eux propose des solutions différentes pour l'IaaS, le PaaS et le SaaS. Les solutions proposées dans ce chapitre sont données à titre d'exemple. Les acteurs sont assez nombreux et leurs solutions évoluent très rapidement. Le *cloud computing* est en pleine expansion avec l'apparition de nouveaux services et de nouveaux acteurs. Cela s'illustre bien avec la plateforme Azure qui n'est pas encore finalisée mais qui est médiatiquement très en vue.

Grâce à ces outils nous avons pu mettre en place un cas pratique d'adhésion d'une entreprise à ces nouvelles technologies. Nous sommes partis sur le cas concret de l'entreprise Ymag dans laquelle je travaille. Nous avons pu déterminer trois types d'applications : accessoire, commodité et métier. Cela a donné lieu à trois phases de migration des applications de l'entreprise vers le *cloud computing*. Dans chacune des étapes nous avons mis en avant l'amélioration du service par rapport aux applications existantes.

4 Limites du cloud computing

Nous venons d'expliquer comment une société peut migrer ses applications dans le *cloud computing*. Ce changement est-il sans risque ? Quelles sont les limites de cette technologie ? Nous allons donner quelques éléments de réponse à ces questions.

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 1.2 Apports du cloud computing, nous allons classer en trois familles les limites du *cloud computing*.

4.1 Coût

Dans ce système il n'y a plus de licence à acheter mais une consommation à payer. Ceci peut s'avérer être une difficulté pour les sociétés fragiles financièrement. Dans une architecture classique, les entreprises ayant un problème de trésorerie temporaire peuvent remettre l'achat d'une nouvelle version d'un logiciel à plus tard (projet repoussé de quelques mois). Dans le *cloud computing* il est impossible de décaler l'achat de sa consommation, il faut la régler même durant les périodes difficiles pour la société.

L'entreprise doit garder un accès à ses données en permanence, la perte de connexion avec son système d'information engendre un préjudice financier. Avec une coupure de son accès, elle serait dans l'incapacité « de faire » son métier. Même si les SaaS actuels offrent des garanties de service, il peut arriver des indisponibilités. Une coupure rendrait inopérante la société consommatrice. Dans le même état d'esprit, les SaaS proposés sont plus facilement la cible des attaques par déni de service (DoS) qui empêchent le serveur de répondre au client. Ces attaques ont un coût réel pour l'entreprise qui perd temporairement l'accès à ses données.

Les PME/PMI ont un modeste pouvoir de pression face à des entreprises comme Microsoft ou Amazon. En cas de litige, il ne sera pas évident de faire valoir leurs droits. Il est important que les entreprises restent vigilantes aux conditions du contrat. Par exemple, une forte hausse du prix de la prestation pourrait avoir de lourdes conséquences.

4.2 Accessibilité

L'accessibilité est un point critique pour l'entreprise. Ses données sont externalisées ce qui présente un risque. Pour certaines entreprises, comme par exemple celles du monde industriel, ce risque est à prendre en compte avant d'envisager un passage au *cloud*. Le système d'information peut véhiculer des secrets de fabrication ou de nouveaux brevets en cours d'élaboration. Ces données ont une valeur inestimable pour l'entreprise. Certaines questions d'ordre juridique peuvent être un frein au développement du *cloud computing*. En fonction de la situation géographique du *datacenter*, celui-ci est soumis au régime local. Par exemple en Chine le gouvernement a accès à toute l'information des centres de données [PLO1]. Aux Etats Unis *Patriot Act* permet aux autorités de consulter certaines données. De plus pour la sécurité locale, certains pays comme la France avec Hadopi, peuvent mettre en place des procédures de filtrage de données. Ce qui a pour effet d'augmenter les temps de réponse sur le réseau internet [THE1].

Le mode déconnecté, utile pour certains appareils reliés au *cloud*, est une limite au développement de cette technologie. Quelques services commencent à le prendre en compte, mais ce n'est pas globalement le cas. Ce mode impose une logique qui n'est pas évidente à mettre en place. Celle-ci va à l'encontre des SaaS sur des points tels que le travail collaboratif.

4.3 Extensibilité

Les acteurs du marché *cloud* n'offrent pas ou très peu de service de réversibilité. Ces services permettent de récupérer aisément ses données voir ses composants métiers. Cette procédure d'export est importante pour changer de fournisseur ou pour revenir à une architecture classique en cas de problème dans le *cloud*. Les SaaS fournissent presque tous des outils d'import mais ils sont peu nombreux à fournir des outils d'export. Le conseil européen et certaines associations travaillent sur un standard de la qualité de service en informatique hébergé, afin de normaliser les procédures de récupération des données.

Un autre facteur à prendre en compte dans l'extensibilité concerne les réseaux. Avec les solutions *cloud* le trafic est plus conséquent. Le transfert d'un document entre deux collègues va sortir de l'entreprise puis y rentrer, au lieu de s'échanger en local. La charge réseau internet évolue considérablement et l'entreprise doit prévoir cette mise à l'échelle.

4.4 Synthèse

Le *cloud computing* comme toute technologie comporte des limites. Elles sont parfois contournables, comme par exemple le choix géographique dans l'implantation des *datacenters*. D'autres limites ne sont pas contournables, comme le changement de système de paiement des logiciels (nous payons le service). Les offres SaaS sont assez jeunes, il est quasiment certain qu'elles évolueront pour corriger certaines lacunes. Des points tels que la réversibilité devraient être résolus avec l'évolution de cette technologie

Il est important de connaître les apports et les limites de ce système afin que les sociétés puissent choisir librement. Les entreprises pourront néanmoins adhérer par étapes comme nous l'avons vu au chapitre précédent.

Voici pour faire un parallèle aux avantages cités au premier chapitre, un tableau récapitulatif :

Tableau 5 Synthèse des limites du cloud computing

Coûts	<ul style="list-style-type: none"> - Paiement sans interruption - Paralysie de la société en cas de coupure
Accessibilité	<ul style="list-style-type: none"> - Accès aux données sensibles de l'entreprise (brevets,) - Mode déconnecté peu répandu
Extensibilité	<ul style="list-style-type: none"> - Peu de service de réversibilité - Evolution du réseau de l'entreprise identique à l'évolution de la consommation des services.

Conclusion

Le *cloud computing* apporte de nouvelles perspectives aux applications actuelles. Ses avantages en terme de déploiement, de maintenance et donc de coût, en font une technologie compétitive pour les entreprises. Il est découpé en trois services différents : les services d'infrastructure, de plateforme et d'application. Il est difficile de prévoir l'adhésion globale à ces offres. En fonction de la taille et de l'activité de l'entreprise, le *cloud computing* est plus ou moins attractif. Chaque société devra analyser ses besoins, calculer les coûts actuels et les coûts liés au *cloud computing* avant de décider de migrer ses applications.

Le *cloud computing* lance un grand débat. Aujourd'hui beaucoup d'articles, de communiqués de presse, de conférences sont dédiés à cet univers. Il est difficile de faire la part des choses entre la technologie et le remous marketing [ZDN1]. Est-ce une nouvelle technologie ou juste un effet de mode ? Je constate que la technologie n'est pas forcément nouvelle, elle repose sur des éléments existants (les services web, internet, les appareils mobiles,), qui sont arrivés à maturité.

L'émergence du *cloud computing* apporte de nouvelles perspectives qui sont à l'étude dans les laboratoires ou chez les éditeurs. Nous pouvons citer le bureau virtuel, où votre bureau (Windows, Linux, ...) est accessible via le *cloud*. Cette approche permet de travailler sur une plateforme unique avec le regroupement des SaaS favoris. D'autres recherches sur les composants mobiles sont également des pistes prometteuses. Les chercheurs tentent d'externaliser dans le *cloud* des traitements « lourds » en calcul et donc non réalisables sur des appareils mobiles. Cela a un double avantage, le premier est la force de calcul des *datacenters*, le deuxième est la diminution de la consommation et donc l'augmentation de l'autonomie des appareils mobiles [BER1]. Des chercheurs vont encore plus loin avec des systèmes (habits avec capteurs, domotique,) couplés en permanence au *cloud* afin de bénéficier de ses avantages.

Le *cloud computing* est donc riche de promesses. L'évolution des solutions s'accélère de jour en jour avec la sortie de nouveaux acteurs. Il est probable que l'informatique de demain soit entièrement constituée de « nuages »....

Table des illustrations

Listes des figures

Figure 1 Cycle logiciel d'un SaaS [SUN1].....	7
Figure 2 Cloud computing : Conception générale	10
Figure 3 PaaS : Conception générale	12
Figure 4 SaaS : Conception générale	13
Figure 5 Synthèse des couches du cloud computing [SAA1]	16
Figure 6 Sondage sur l'adhésion du modèle SaaS [MAR1]	17
Figure 7 Box.net vision du contenu	22
Figure 8 Zoho Writer	23
Figure 9 Box.net connexion à Zoho	24

Listes des tableaux

Tableau 1 Faiblesses des applications software et ASP.....	5
Tableau 2 Synthèse des avantages du cloud computing	9
Tableau 3 Synthèse des offres PaaS.....	21
Tableau 4 Bilan Ymag - SaaS de commodité	27
Tableau 5 Synthèse des limites du cloud computing	31

Glossaire

- ✚ **API** : *Application Programming Interface*. Interface de programmation.
- ✚ **ASP** : *Application Service Provider*. Société hébergeant les applications de ses clients sur des serveurs.
- ✚ **AWS** : *Amazon Web Services*. Service PaaS d'Amazon.
- ✚ **CRM** : *Customer Relationship Manager*. Gestion de la relation cliente.
- ✚ **Datacenter** : Un centre de traitement des données est un service généralement utilisé pour remplir une mission critique relative à l'informatique et à la télématique. Il comprend en général un contrôle sur l'environnement (climatisation, système de prévention contre l'incendie, etc.), une alimentation d'urgence et redondante, ainsi qu'une sécurité physique élevée [WIK3]
- ✚ **DoS** : *Denial of Service attack*. L'attaque par déni de service est une attaque sur un serveur informatique qui entraîne l'incapacité pour celui-ci de répondre aux requêtes de ses clients. [WIK4]
- ✚ **Framework** : Bibliothèques et outils de conception de logiciel.
- ✚ **GED** : Gestion Electronique de Document. C'est un système informatisé d'acquisition, classement, stockage, archivage des documents [WIK2].
- ✚ **GQL** : *Google Query Language* Langage de requête du moteur DataStore.
- ✚ **GWT** : *Google Web Toolkit*. Framework de développement de Google.
- ✚ **IaaS** : Infrastructure as a service. C'est la mise à disposition de moyen technique informatique sous forme d'un service.
- ✚ **LAMP** : Linux Apache MySQL PHP.
- ✚ **Mashup** : Application composite.
- ✚ **Multitenancy** : Architecture multi-tenant. Architecture partagée par plusieurs locataires.
- ✚ **PaaS** : Platform as a service. Plate forme dédiée à la conception de service.
- ✚ **PME/PMI** : Petite et moyenne entreprise / Petite et moyenne industrie.
- ✚ **RIA** : *Rich Internet Application*. Application internet avec un contenu riche (contenu similaire aux applications de bureau).
- ✚ **S3** : *Simple Storage Service*. Système de stockage IaaS de la société Amazon
- ✚ **SaaS** : Software as a service. Application délivrée sous forme de service.

📌 **SOA** : *Service Oriented Architecture* ou architecture orientée service qui permet une réutilisabilité, une interopérabilité entre les différents systèmes.

📌 **Software** : En informatique, un logiciel est un ensemble d'informations relatives à des traitements effectués automatiquement par un appareil informatique [WIK1].

📌 **SQS** : *Simple Queue Service*. Système de file d'attente de l'offre AWS.

📌 **SSO** : *Single Sign-On*. Méthode d'authentification unique.

📌 **Workflow** : Modélisation des tâches et des acteurs dans la réalisation d'un processus.

Références bibliographiques

Livres

- [PLO1] PLOUIN (Guillaume). – Cloud computing et SaaS : *Une rupture décisive pour l'informatique d'entreprise*. - Belgique : Dunod, mars 2009.- 249 p.
- [REE1] REESE (George). – Cloud Application Architectures : *Building Applications and Infrastructure In the Cloud*. – Etats-Unis : O'Reilly, avril 2009.- 189 p.

Livres blancs

- [ARM1] ARMBRUST (Michael). FOX (Armando). GRIFFITH (Rean). D. JOSEPH (Anthony). H. KATZ (Randy). KONWINSKI (Anderew). LEE (Gunho). A. PATTERSON (David). RABKIN (Ariel). STOICA (Ion). ZAHARIA (Matei) – *Electrical Engineering and Computer Sciences*. – University of California at Berkeley, 10 Février 2009.- 23 p.
- [SUN1] SUN Microsystems. – Take your business to a higher level: *Sun cloud computing technology scales your infrastructure to take advantage of new business opportunities*. - SUN Microsystems, 2009.- 26 p.

Sites internet

- [AM1] « Amazon Simple Storage Service ». In *Amazon Web Services* [En ligne] <http://aws.amazon.com/s3/> (Page consultée le 28 mai 2009)
- [BER1] « CloneCloud ». In *Berkeley intel research* [En ligne] <http://berkeley.intel-research.net/bgchun/clonecloud/> (Page consultée le 05 juin 2009)
- [GRE1] « Un petit datacenter rejette autant de CO2 que 10 voitures ». In *GreenIT* [En ligne] <http://www.greenit.fr/article/energie/un-petit-datacenter-rejette-autant-de-co2-que-10-voitures> (Page consultée le 27 mai 2009)

- [MAR1] « Baromètre des prestataires SaaS / ASPs ». In *Markess* [En ligne] <http://www.markess.fr/> (Page consultée le 29 mai 2009)
- [SAA1] « Demystifying The Cloud : Where Do SaaS, PaaS and Other Acronyms Fit In ? ». *SaaS Blogs* [En ligne] <http://www.saasblogs.com/2008/12/01/demystifying-the-cloud-where-do-saas-paas-and-other-acronyms-fit-in/> (Page consultée le 27 mai 2009)
- [SUN1] « Delivering on the Promise of Software as a Service (SaaS) ». In *Sun* [En ligne] <http://www.sun.com/emrkt/innercircle/newsletter/0906edchoice.html> (Page consultée le 27 mai 2009)
- [THE1] « HADOPI: Un véritable danger pour le SaaS ». In *The Inquirer* [En ligne] <http://www.theinquirer.fr/2009/03/20/hadopi-un-veritable-danger-pour-le-saas.html> (Page consultée le 05 juin 2009)
- [WIK1] « Software ». In *Wikipedia* [En ligne]. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Software> (Page consultée le 26 mai 2009)
- [WIK2] « GED ». In *Wikipedia* [En ligne]. <http://fr.wikipedia.org/wiki/GED> (Page consultée le 27 mai 2009)
- [WIK3] « Datacenter ». In *Wikipedia* [En ligne]. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Datacenter> (Page consultée le 27 mai 2009)
- [WIK4] « Attaque par déni de service ». In *Wikipedia* [En ligne]. http://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9ni_de_service (Page consultée le 04 juin 2009)
- [ZDN1] « Larry Ellison critique le Cloud computing ». In *ZdNet* [En ligne]. <http://www.zdnet.fr/actualites/informatique/0,39040745,39383711,00.htm> (Page consultée le 06 juin 2009)