



Bureau d'expertise technologique

Le Cloud Computing :
Réelle révolution ou simple évolution ?

Remerciements	4
Le laboratoire xBrainLab	4
1. Introduction	6 - 7
1.1 Présentation du thème	6
1.2 Analyse du contexte	6
1.3 Justification du sujet	7
2. Qu'est-ce-que le Cloud Computing	7 - 21
2.1 Historique	8 - 10
2.1.1 L'informatique utilitaire de John McCarthy	8
2.1.2 Les services bureau	9
2.1.3 Les Application Service Providers	9
2.1.4 La virtualisation	9 - 10
2.2 Définitions	10 - 14
2.3 Les différentes couches	15 - 19
2.3.1 L'infrastructure comme un service (IaaS)	15 - 16
2.3.2 La plateforme comme un service (PaaS)	16 - 17
2.3.3 Le logiciel comme un service (SaaS)	17 - 19
2.4 Les architectures Cloud	19 - 21
2.4.1 Le Cloud privé	20
2.4.2 Le Cloud Public	20
2.4.3 Le Cloud Hybride	21
3. Dans l'ère du Cloud Computing	21 – 42
3.1 Pour quel type d'application ?	21 - 24
3.2 Bénéfices / Avantages	25 - 26
3.3 Comment se préparer à cette nouvelle ère ?	26 - 27
3.4 Les freins au Cloud, pas encore assez mur ?	27 - 29

3.5 L'interopérabilité du Cloud	29 - 31
3.6 La sécurité du Cloud	31 - 36
3.6.1 La confidentialité	32 - 33
3.6.2 L'intégrité	33 - 34
3.6.3 La disponibilité	34
3.6.4 La sécurité de l'exploitation et la sécurité physique	35
3.6.5 Quel niveau de sécurité ?	35 - 36
3.7 Le marché du Cloud Computing	36 - 40
3.7.1 Les Acteurs	36 - 40
3.7.1.1 Editeurs	37
3.7.1.2 Fournisseurs	38
3.7.1.3 Pure Player	38
3.7.1.4 Open Source	39
3.7.2 Place du Cloud dans l'IT d'aujourd'hui et de demain	39 - 40
3.8 Le prix du Cloud	40 - 42
4. Le Cloud Computing des différents acteurs	42 - 55
4.1 Salesforce.com	42 - 43
4.1.1 Une infrastructure LaaS : force.com	43
4.1.2 Une plateforme PaaS : force.com	43
4.1.3 Des applications SaaS : Salesforce.com	44
4.2 Le Cloud Amazon.Aws	44 - 46
4.2.1 Un laas avec EC2	44 - 45
4.2.2 Des services Paas	46
4.3 Le Cloud de Google	46 - 48
4.3.1 Le Paas : Google App Engine	46 - 47
4.3.2 Le SaaS : Google App	47 - 48

4.4 Le de VMware	48 - 51
4.4.1 Des produits IaaS	48-50
4.4.2 Une plateforme PaaS	51
4.4.3 Le SaaS de VMware	51
4.5 Le Cloud de Microsoft	52 - 54
4.5.1 La plateforme SaaS : Live et Office 365	52 - 53
4.5.2 La plateforme PaaS: Windows Azure Platform	53 - 54
4.5.3 Une infrastructure IaaS	54
4.5.4 Un Cloud Privé : Windows Azure Appliance	54
5. Quel Cloud choisir ?	55 - 56
5.1 Choisir c'est s'enfermer	55 - 56
5.1.1 En fonction des prérequis / techno ou fonctionnalité	56
5.1.2 Cloud privé ou Cloud public ?	56
5.1.3 Tarifs	56
5.1.4 Pérennité du service	56
6. Conclusion	57
7. Bibliographie	58 - 60
7.1 Ouvrages	58
7.2 Articles Internet	58 - 60
7.3 Mes articles	60

REMERCIEMENTS

Je tiens, tout d'abord, à remercier Wygwam et toute son équipe pour leur collaboration au quotidien au travers de discussions intéressantes et constructives, le partage de différents points de vue et l'échange de compétences.

Je remercie tout particulièrement, M. Grégory Renard, Directeur du laboratoire de Recherche xBrainLab et CIO du Groupe Usilink / Wygwam, pour son accompagnement tout au long de ma scolarité, la confiance qu'il m'a accordé dès nos premières collaborations, les opportunités professionnelles qu'il m'a proposé et sa vision de l'informatique qui m'a apporté beaucoup au travers de nos sujets de recherche au sein du xBrainLab.

Il me tient à cœur de remercier plus particulièrement les personnes suivantes : Nicolas Boonaert, Damien Hureau, François Tonic (www.cloudmagazine.fr) et Jean-Marie Warin, qui tous ont fait preuve d'une grande disponibilité : Un grand merci pour le temps qu'ils m'ont consacré lors de l'écriture de ce mémoire.

LE LABORATOIRE DE RECHERCHE XBRAINLAB.

Initialement issu de la société Wygwam – Usilink, le centre de Recherche et Innovation xBrainLab a été créé en 2010 et investit dans la recherche de nouvelles opportunités d'exploitations des technologies contemporaines ou futures autour deux axes de recherche : l'intelligence ambiante et les nouvelles interfaces utilisateurs.



Ce centre de R&I initialement issu de la société Wygwam (www.wygwam.com) créée en 2003 par Gregoire Malvoisin et Gregory Renard, membres du Groupe Usilink. Aujourd'hui, xBrainLab représente l'élément fondamental liant l'expertise de Wygwam et les startups accompagnées par le Groupe Usilink.

xBrainLab se veut précurseur dans le domaine d'évolution des technologies de l'information et des usages qui en découlent. Pour ce faire, il investit dans la recherche de nouvelles opportunités d'exploitations des technologies contemporaines ou futures comme le Cloud Computing, les Agents Virtuels, l'informatique ubiquitaire, l'informatique pervasive, le développement tactile ou encore la réalité augmentée.

1. INTRODUCTION

1.1. PRESENTATION DU THEME

Le Cloud Computing, ou « informatique dans les nuages », est un « nouveau » modèle informatique qui consiste à proposer les services informatiques sous forme de services à la demande, accessibles de n'importe où, n'importe quand et par n'importe qui. Cette approche n'est pas tout à fait nouvelle (modèle ASP, IBM on demand). La réelle nouveauté réside dans son approche systématique.

Depuis 18 mois, les annonces de la part des éditeurs se multiplient. Chaque semaine, de nouvelles offres et solutions sortent sous l'estampille « Cloud Computing », parfois cette mention apparaît abusive. Mais la tendance est là et tous les grands éditeurs s'engagent fortement dans cette démarche.

1.2. ANALYSE DU CONTEXTE

Il y a quelques années, on nommait ASP (Application Service Provider) le fait de proposer une application sous forme de service. En remontant un peu plus loin en arrière, dans les années 60, IBM proposait déjà l'informatique « on-demand ». Les années 80 furent aussi le début des concepts de virtualisation. Tous ces concepts ont amené, petit à petit, à inventer une nouvelle manière de proposer l'informatique « comme un service ».

Dans un contexte économique où nous cherchons à rentabiliser au maximum les investissements et limiter l'empreinte écologique (Green IT), le Cloud Computing prétend à devenir, la solution de demain.

Avec une croissance exceptionnelle de 25 %, il représente plus de 56 milliards de dollars pour l'année 2009 et devrait atteindre 150 milliards de dollars en 2013 (soit environ 10 % des investissements mondiaux en informatique). Toujours selon Gartner, le Cloud Computing arrive, en 2010, en 1^{ère} position des investissements devant le Green-IT et la virtualisation. En France, le cabinet Markess a estimé, lors des Etats-Généraux de l'Eurocloud en Avril 2010, que le marché hexagonal du Cloud Computing représentait 1,5 milliard d'euros en 2009 avec une tendance prévue à 1,85 milliard d'euro pour l'année 2010 et 2,3 milliards d'euros pour l'année suivante.

Dans un tel contexte, développeurs, administrateurs et décideurs ne peuvent plus ignorer l'émergence de ce nouveau marché, et doivent de-facto comprendre et analyser ces nouvelles technologies afin de mieux anticiper ce nouveau virage qu'est le Cloud Computing dans notre IT de demain. Cependant, n'oubliez pas un marché 100 % Cloud à court terme, il y aura une cohabitation entre le Cloud et l'informatique locale.

1.3. JUSTIFICATION DU SUJET

Wygwam en tant que Bureau d'Expertise Technologique, et dans mon rôle de responsable technique du laboratoire de recherche xBrainLab, le Cloud Computing est devenu un sujet d'étude interne depuis 2008.

L'émergence de ce marché ne doit pas nous laisser indifférent. Il est important de comprendre ce que le Cloud Computing va pouvoir apporter à l'informatique d'aujourd'hui et de demain mais aussi la place qu'il occupera. Est-ce une réelle révolution informatique, une simple évolution de notre vision de l'IT ou un point de passage inévitable ?

Tout d'abord, ce mémoire vous présentera la structure au sein de laquelle j'ai effectué mes recherches, puis nous rentrerons dans le vif du sujet en expliquant ce qu'est le Cloud Computing. Ensuite, nous analyserons, au travers de ses avantages et ses inconvénients, ce que le Cloud peut nous apporter. Pour finir, nous étudierons en détails les solutions de Cloud Computing proposées par deux éditeurs : Microsoft et VMware.

2. QU'EST-CE-QUE LE CLOUD COMPUTING

La première question est qu'est-ce que le Cloud Computing ?

La traduction littérale « informatique dans les nuages » propose une informatique dématérialisée, pouvant être délivrée à la demande. Cette philosophie n'est pas nouvelle car elle est sans rappeler les concepts d'informatiques utilitaires proposés par John McCarthy en 1961.

D'où est-on parti pour arriver à cette informatique dans les nuages ? De quoi le Cloud Computing est-il constitué ? Quelles sont ses différentes architectures ? Que va-t-il apporter dans l'informatique d'aujourd'hui et de demain ?

2.1 HISTORIQUE

Il n'y a pas de date-clé à laquelle nous puissions dire que le Cloud Computing est né !

La notion de Cloud fait référence à un nuage, tel que l'on a l'habitude de l'utiliser dans des schémas techniques lorsque l'on veut représenter Internet. Un réseau comme Internet est constitué d'une multitude de systèmes fournissant des services et des informations. Le Cloud Computing est dans cette lignée : un ensemble de services et de données consommables.

2.1.1 L'INFORMATIQUE UTILITAIRE DE JOHN MCCARTHY

Cette notion de consommation a été proposée en 1961, lors d'une conférence au MIT (Massachusetts Institute of Technology), par John McCarthy aussi connu comme l'un des pionniers de l'intelligence artificielle (dont il proposa le nom en 1955) et pour avoir inventé du LISP en 1958.

Lors de ce discours, John McCarthy suggéra que la technologie informatique partagée (« time-sharing ») pouvait construire un bel avenir dans lequel la puissance de calcul et même les applications spécifiques pouvaient être vendues comme un service public.

Cette idée, très populaire dans les années 60, disparu au milieu des années 70 : à l'époque, les technologies matérielles, logicielles et réseaux n'étaient tout simplement pas prêtes.

Le Cloud Computing met en œuvre l'idée d'informatique utilitaire du type service public, proposée par John McCarthy. Il peut aussi être comparé au cluster de calcul dans lequel un groupe d'ordinateurs se relie pour former un ordinateur virtuel unique permettant le calcul de haute performance (HPC), mais aussi à l'informatique en grille (Grid Computing) où des ordinateurs reliés et répartis géographiquement permettent la résolution d'un problème commun.

2.1.2 LES SERVICES BUREAU

C'est dans cette philosophie, que depuis les années 70, on inventa la notion de « service bureau » pour qualifier une entreprise louant des lignes téléphoniques, répondeurs, services informatiques etc. Généralement, les clients des « services bureau » n'ont ni l'ampleur ni l'expertise pour intégrer en interne ces services, c'est pourquoi ils passent par un prestataire. La combinaison de technologies, processus et expertise dans le domaine des entreprises est la valeur ajoutée des « services bureau », comme modèle économique basé sur leur capacité à produire des services et à les déployer en volume. IBM lui-même était un « service bureau » en proposant la notion de « on-demand ».

À l'époque, le coût d'achat et d'exploitation de mainframes IBM était hors de prix. C'est pourquoi, des solutions permettant aux entreprises de pouvoir exploiter ces technologies à moindre frais avec la notion de « paiement à la consommation » furent proposées.

2.1.3 LES APPLICATION SERVICE PROVIDERS

Les ASP, « Application Service Provider » ont aussi leur part dans l'historique du Cloud Computing. Une ASP désigne une application fournie comme un service, c'est ce que l'on nomme maintenant SaaS pour « Software as a Service » dans la terminologie actuelle du Cloud Computing. Plutôt que d'installer le logiciel sur le poste client en ayant à assurer les phases d'installations et de maintenance sur chaque poste, les applications ASP sont hébergées et centralisées sur un serveur unique et accessible par les clients au travers de protocole standard. C'est par exemple le cas avec des applications Web accessibles par http : il n'y a alors plus de déploiement ou de maintenance à effectuer sur le poste utilisateur, celui-ci n'a alors besoin que d'un simple navigateur Internet. Le déploiement, la configuration, la maintenance, la sauvegarde, etc. sont désormais de la responsabilité du fournisseur du service, le client est alors consommateur.

2.1.4 LA VIRTUALISATION

Comme nous le verrons dans la suite, la virtualisation a été la première pierre vers l'ère du Cloud Computing. En effet, cette notion permet une gestion optimisée des ressources matérielles dans le but de pouvoir y exécuter plusieurs systèmes « virtuels » sur une seule ressource physique et fournir une couche

supplémentaire d'abstraction du matériel. Les premiers travaux peuvent être attribués à IBM, qui dans les années 60, travaillait déjà sur les mécanismes de virtualisation en développant dans les centres de recherche de Cambridge et de Grenoble, CMS (Conversation Monitor System), le tout premier hyperviseur.

C'est donc depuis presque 50 ans que l'idée d'une informatique à la demande est présente dans les esprits même si les technologies n'étaient jusqu'alors pas au rendez-vous pour pouvoir concrétiser cette idée.

Avec les différents progrès technologiques réalisés durant ces 50 dernières années, tant sur le plan matériel, logiciel et conceptuel, aux avancées des mécanismes de sécurité, à l'élaboration de réseaux complexes mais standardisés comme Internet, et à l'expérience dans l'édition et la gestion de logiciels, services, infrastructures et stockage de données, nous sommes maintenant prêts à entrer dans l'ère du Cloud Computing, telle que rêvait par John McCarthy en 1961.

2.2 DEFINITIONS

Comme nous l'avons vu plus haut, le Cloud Computing est un nuage de services et de données. Plus précisément, c'est un paradigme, et à ce titre il est difficile de lui donner une définition exacte et de dire avec certitude s'il s'agit ou non de Cloud.

Il faut donc être vigilant, car de nombreux fournisseurs de services utilisent le mot « Cloud » à des fins marketings. A l'instar du domaine alimentaire, il n'y a pas pour l'instant de programme de certification comme les labels ou les « A.O.C. » (Appellation d'Origine Contrôlée). Sur Internet, il n'y a pas de définition exacte du Cloud Computing et donc pas de certification pour dire si nous avons à faire à un « vrai Cloud ». Seule une conception personnelle de l'informatique permettra de faire la distinction entre une solution classique et le Cloud. Nous tenterons toutefois, au travers de ce mémoire, de donner toutes les clés pour comprendre le Cloud Computing.

Revenons donc à notre question initiale : « qu'est-ce que le Cloud Computing ? ».

Pour Wikipédia, il s'agit d' « un concept de déportation sur des serveurs distants et traitements informatiques traditionnellement localisés sur le poste client ».

Pour le Syntec, cela consiste en « une interconnexion et une coopération de ressources informatiques, situées au sein d'une même entité ou dans diverses structures internes, externes ou mixtes, et dont le mode d'accès est basé sur les protocoles et standards Internet ».

Pour vulgariser, le Cloud Computing peut être perçu comme un système d'exploitation distribué sur des milliers de machines. Cet OS distribué, que l'on représente par ce fameux nuage, assure l'abstraction de l'infrastructure (matérielle, réseau, etc.) et a pour rôle d'héberger et d'exécuter des applications ou des services mais aussi de stocker des données.

L'idée de mettre ses applications et données dans un nuage unique, accessible par tout le monde et réparti sur des milliers de machines « abstraites » peut faire peur. Comme nous le verrons, les avancées en terme de sécurité, tant sur le plan technologique qu'intellectuel, nous permettent d'assurer une confiance optimale.

Le Cloud Computing n'impose aucune dépense en immobilisation puisque les services sont payés en fonction de l'utilisation. Cela permet aux entreprises de ne plus se focaliser sur la gestion, la maintenance et l'exploitation de l'infrastructure ou des services applicatifs.

Les fortes avancées dans le domaine de la virtualisation ont rendu possible le Cloud Computing. Cette virtualisation permet d'optimiser les ressources matérielles en les partageant entre plusieurs environnements (« time-sharing »). De même, il est possible de coupler l'application (et son système d'exploitation) et le matériel (encapsulé dans la machine virtuelle), cela assure également un « provisioning », c'est-à-dire la capacité de déploiement d'environnement, de manière automatique.

Le Cloud Computing couplé, aux technologies de virtualisation, permet la mise à disposition d'infrastructures et de plate-forme à la demande. Mais le Cloud Computing ne concerne pas seulement l'infrastructure (IaaS), il bouleverse la plate-forme d'exécution (PaaS) et les applications (SaaS) : Comme nous le verrons plus loin, le Cloud est à la fois transversal et vertical.

Basiquement, le Cloud propose trois couches :

- ✓ L'infrastructure (IaaS : Infrastructure as a Service)
- ✓ La plate-forme (PaaS : Platform as a Service)
- ✓ L'application (SaaS : Software as a Service)

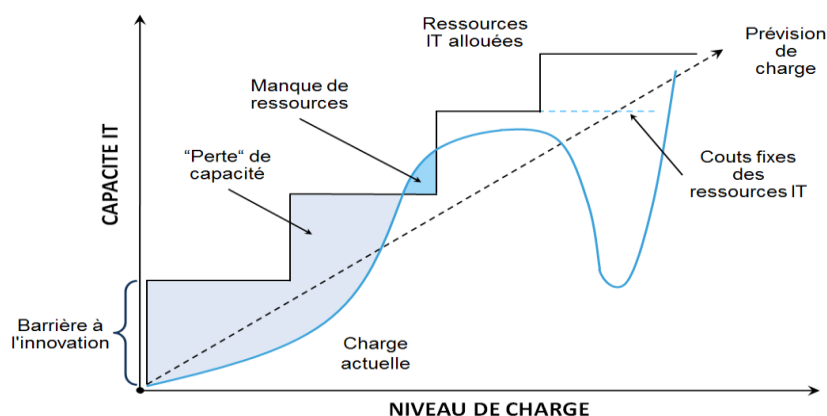
Comme l'a écrit François Tonic dans son livre blanc : « Tout SaaS est un service Cloud mais tout Cloud n'est pas un service SaaS », on peut parler de Cloud pour une application SaaS mais cela ne s'arrête pas à la couche applicative comme nous l'avons vu précédemment.

Étant donné que le Cloud Computing repose sur un ensemble de machines interconnectées et massivement distribuées, cela permet d'être tolérant face aux défaillances matérielles et logicielles (par des mécanismes de redondance, réplication, SLA). De plus, le Cloud Computing permet une élasticité, une flexibilité. Ainsi la puissance de calcul ou les capacités de stockage peuvent être très facilement augmentées par l'installation de nouveaux équipements au sein ou en dehors du Cloud, la charge sera alors répartie en fonction de ces nouveaux équipements. Il en va de même avec les applications et les données : elles pourront être hébergées à différents « endroits ». En cas de montée en charge, le Cloud créera plusieurs instances afin d'y répartir la charge et d'assurer une disponibilité maximale.

Force de constater que dans un Datacenter classique, le taux moyen d'utilisation peine à dépasser les 25% (le but est de saturer la charge serveur pour une exploitation optimale), la moyenne étant de 10%. Les serveurs sont sous-utilisés et en cas de pic de charge, il faut acheter de nouveaux serveurs pour pallier à la demande. Cela signifie donc que le nouveau matériel restera en exploitation même inutilisé après les pics. Ces infrastructures sont monolithiques dans le sens où elles ne permettent aucune exploitation dynamique et flexible, nécessitant une lourde administration et des coûts induits.

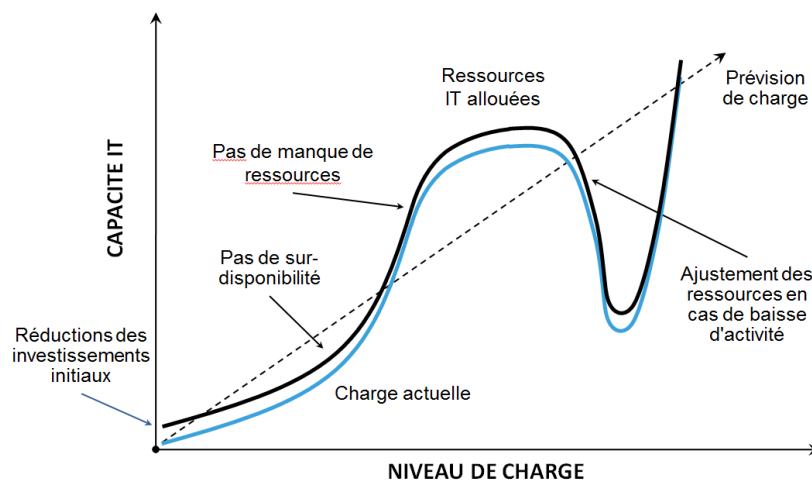
Les schémas ci-dessous matérialisent le niveau de charge d'une application sur l'axe du temps et des capacités IT mises à disposition.

Dans le cas d'une solution hébergée dans un Datacenter classique, on retrouve tout d'abord une barrière à l'innovation en raison de la nécessité d'un investissement initial, lourd en termes d'achats de matériels, de licences, etc. La plupart du temps les serveurs sont sous utilisés et dès lors que l'application connaît un pic de charge, le manque de ressource provoque une saturation du service. Le seul moyen d'y remédier est l'achat et le déploiement de nouveaux serveurs entraînant alors de nouveaux coûts fixes. A contrario, en cas de baisse de l'activité, les ressources sous-utilisées seront alors plus importantes.



Pour rendre élastique et flexible, bref une infrastructure à la demande, le Cloud offre plusieurs approches. Le Cloud privé est la transformation de son infrastructure interne en un « Cloud » interne massivement virtualisé avec les bons outils d'automatisation allié à un catalogue de services. Une autre solution est de passer par ce que l'on appelle un Cloud public (de type Amazon EC2, Windows Azure, etc.) pour déporter tout ou partie de son infrastructure et de ces logiciels sur le nuage. Attention, toutes les offres de Cloud public ne sont pas forcément du IaaS. Par contre, Windows Azure est une plate-forme, alors qu'Amazon EC2 est une infrastructure.

Le Cloud privé nécessite un investissement, plus ou moins important selon la maturité de virtualisation de l'entreprise. En Cloud public, l'investissement se fera selon votre consommation, vos besoins réels.



Qui plus est, la mise en place d'applications traditionnelles est souvent onéreuse et très compliquée. Nous avons besoin de Datacenters puissants, avec des solutions de refroidissement, de la bande passante, du réseau, des serveurs, du stockage mais aussi de solutions de sécurité et de sauvegarde, le tout allié à une couche logicielle compliquée. Il faut souvent beaucoup d'experts pour installer, configurer et maintenir cet ensemble.

Avec le Cloud Computing, cela devient obsolète : au lieu de faire tourner vos applications vous-même, le tout est géré par un « Virtual Datacenter » partagé. Lorsque le besoin se fait ressentir de déployer une nouvelle application, il suffira de s'identifier sur le Cloud, de sélectionner dans un catalogue de services ou d'envoyer directement l'application souhaitée, puis de la personnaliser et la lancer. En quelques minutes, (voire quelques secondes), l'application sera fonctionnelle et pourra être consommée. C'est aussi valable

pour une infrastructure ou une plateforme. Si une entreprise a besoin, de trois serveurs Windows et d'un serveur Linux, il suffira de sélectionner dans le catalogue et d'instancier cette infrastructure « à la demande ». En quelques minutes, celle-ci sera disponible et prête à l'emploi. C'est ici toute la puissance du Cloud Computing : une informatique à la demande.

Les applications sont, comme nous l'avons abordé plus tôt, hébergées à plusieurs « endroits » dans le Cloud (techniquement la machine virtuelle contenant l'application est virtualisée sur différentes machines physiques que forme le Cloud). Cette duplication permet d'assurer une haute disponibilité mais aussi une grande élasticité (provisionnement automatique en cas de charge montante ou au contraire, le retrait de machine virtuelle en cas de baisse de charge). En clair, on adapte la charge à la demande en mutualisant les ressources physiques dans des systèmes multi-tenants.

Autre principe, le Cloud Computing est une couche d'abstraction de l'infrastructure ou de la plateforme. Comme nous le verrons ultérieurement, les fournisseurs et éditeurs doivent rester transparents sur les mécanismes internes permettant d'évaluer correctement une technologie. Cependant, la force du Cloud Computing est d'abstraire les mécanismes techniques et internes permettant une administration et un déploiement simplifiés. Dès lors, on est bien dans une logique de consommation de service : la responsabilité de l'exploitation, du déploiement et de la maintenance de l'infrastructure, plateforme ou application, est à la charge du fournisseur du service Cloud. De plus, les phases d'élaboration sont raccourcies tant au niveau du développement, du déploiement que de l'exploitation.

Pour finir, le Cloud Computing, de par son slogan « IT as a Service », propose un modèle de paiement « à l'usage », comme c'étaient le cas des « services bureau » des années 70.

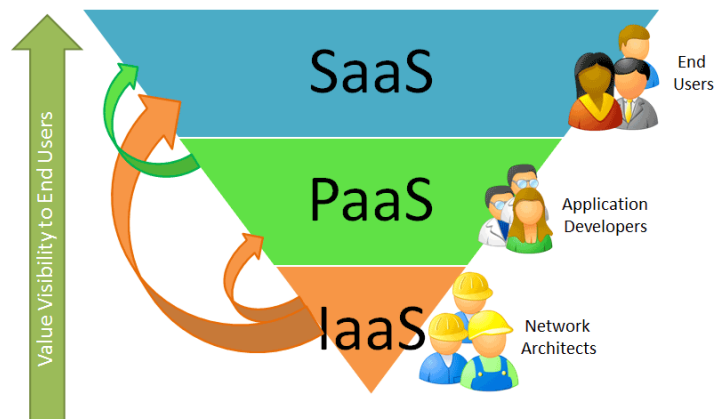
Nous reviendrons sur tous les avantages mais aussi les inconvénients du Cloud Computing plus tard.

En clair, le Cloud Computing c'est :

- ✓ L'informatique « comme un service », c'est-à-dire à la demande
- ✓ Souvent basé sur de la virtualisation (surtout pour l'IaaS et le PaaS)
- ✓ Trois couches :
 - Infrastructure
 - Plateforme
 - Applicative
- ✓ Du « self-service » avec un paiement à la consommation (je paye ce que je consomme)
- ✓ Abstraction, mutualisation et allocation dynamique des ressources physiques.

2.3 LES DIFFERENTES COUCHES

Que sont plus exactement ces trois couches, quels sont leurs modes de fonctionnements et leurs périmètres ? Les couches les plus basses le Cloud Computing fournissent un service complet jusqu'à l'utilisateur.



2.3.1 L'INFRASTRUCTURE COMME UN SERVICE (IAAS)

L'infrastructure fournit des capacités de calcul et de stockage ainsi qu'une connectivité réseau. Les serveurs, systèmes de stockage, commutateurs, routeurs et autres équipements, sont mis à disposition pour gérer une charge de travail demandée par les applications.

L'infrastructure comme un service ou IaaS, permet de disposer d'une infrastructure à la demande, pouvant héberger et exécuter des applications, des services ou encore stocker des données.

Concrètement, cela se caractérise par une infrastructure physique souvent mise à disposition par un fournisseur de services. On y trouvera une solution de virtualisation permettant la création de « Datacenters virtuels ».

Grâce aux solutions de virtualisation existantes, il est possible de créer très facilement des machines virtuelles connectées sur des réseaux, eux aussi virtuels, et qui seront exécutés sur les hyperviseurs des machines physiques.

Cette virtualisation nous donne une grande flexibilité parce qu'elle permet d'abstraire la couche matérielle sur laquelle les applications qui vont pouvoir être déployées et redéployées sans être liées à un serveur spécifique. La virtualisation répond de manière dynamique là où les serveurs physiques fournissent un ensemble de ressources allouées selon les besoins, et où la relation entre les applications et les ressources de calcul, de stockage et de réseau, pourront s'adapter de manière automatique pour répondre à la charge de travail et aux exigences demandées.

Amazon AWS propose, par exemple, le service EC2. Il s'agit d'une offre IaaS reposant sur un hyperviseur Xen, permettant à un client de demander des ressources informatiques pour y héberger ses applications. Sur Amazon EC2, il est possible de demander une ou plusieurs machines virtualisées sur les hyperviseurs d'Amazon. Cela permet de bénéficier d'une infrastructure flexible liée à une facturation en fonction de l'utilisation des ressources exploitées.

EC2 est compatible Windows et Linux pour les systèmes virtualisés. Et de plus en plus d'éditeurs proposent leurs logiciels « EC2 ready » sous forme d'images virtuelles préconfigurées.

Pour créer son propre IaaS, plusieurs solutions existent. VMware propose vSphere et vCloud Director, qui permettent la création d'un « Datacenter virtuel » dans lequel on pourra héberger des « vApp », une (ou plusieurs) application fonctionnant sur un ensemble de machines virtuelles connectées sur leur propre réseau virtuel. Ces « Datacenters » seront virtualisés sur une infrastructure physique partagée, mise à disposition par un fournisseur de services comme Terremark, Verizon ou encore Colt. Microsoft fait de même avec Hyper-V Cloud qui définit les règles d'architectures que les constructeurs utilisent pour proposer des infrastructures clés en main.

2.3.2 LA PLATEFORME COMME UN SERVICE (PAAS)

La plate-forme comme un service est la plate-forme d'exécution, de déploiement et de développement des applications.

Il y a deux types de PaaS :

- ✓ Celui qui fournit une plate-forme intégrant le système d'exploitation (OS), la couche middleware et celle applicative qui sont fournies ensuite au client comme un service.
- ✓ Un service métier encapsulé et présenté via une API. Le client interagit avec cette plate-forme grâce à une API pour construire un service de plus haut niveau : la plate-forme se gère et s'adapte elle-même pour fournir le niveau de service attendu.

Le PaaS met à disposition des environnements prêts à l'emploi, fonctionnels et performants.

Les offres PaaS commencent à être matures. Parmi les solutions, citons Windows Azure de Microsoft, AppEngine de Google, Force.com de Salesforce. Chaque PaaS propose des modèles de développement différents. Google AppEngine se limite à Java et Python alors que Windows Azure travaille avec les langages .Net, Python, PHP, Ruby, Java.

Pour un développeur .NET, il s'agit de développer son application de manière locale, qui une fois prête, pourra être déployée : une simple commande génère le paquet et le déploiement se fait automatiquement sur le Cloud Windows Azure par exemple. L'application est alors immédiatement disponible et fonctionnelle.

Cependant, les PaaS ne sont pas seulement des environnements prêts à l'emploi pour les déploiements d'applications. Ils peuvent aussi être des services applicatifs accessibles au travers d'API : Citons par exemple les services de stockage de Windows Azure Storage pour le Cloud de Microsoft, ou encore S3 (Simple Storage) chez Amazon.

Grâce aux PaaS, le déploiement d'applications dans différents environnements est très facile (test, pré-production et production sans se soucier de l'infrastructure et de la plate-forme dans lesquelles vont s'exécuter l'application ou le stockage de données).

2.3.3 LE LOGICIEL COMME UN SERVICE (SAAS)

La dernière couche du SaaS est celle applicative mettant à disposition des applications complètes fournies à la demande. On y trouvera différents types d'application allant du CRM, à la gestion des ressources humaines, comptabilité, outils collaboratifs, messagerie, BI et d'autres applications métiers.

Il n'y a donc aucun prérequis sur le poste client si ce n'est d'avoir un accès réseau au Cloud (en général Internet). Le déploiement, la maintenance, la supervision du bon fonctionnement de l'application et la sauvegarde des données, sont alors de la responsabilité du fournisseur de services.

Sur cette couche, des acteurs tels que Salesforce.com, proposent des applications à la demande de type CRM et des outils de collaboration. Cela permet à un client de bénéficier d'une application de manière instantanée et à la demande sans aucun frais en immobilisation (serveur ou licence), aucun déploiement ou maintenance à assurer. Il suffit de créer un compte et de profiter immédiatement d'un service de collaboration ou d'un CRM prêt à l'emploi.

Prenons l'exemple simple d'une solution de messagerie que l'on souhaite déployer dans une nouvelle entreprise. Le schéma classique intègre l'acquisition ou la location de serveurs et l'installation du système d'exploitation sur lequel la solution sera déployée (comme Lotus, Postfix ou Microsoft Exchange). Suite au déploiement, il y a une phase de configuration puis de test avant de pouvoir passer ce service en production. Il s'agit ensuite de gérer la maintenance de cette messagerie, la supervision de son bon fonctionnement, l'application des mises à jour notamment concernant la sécurité, la réalisation de sauvegarde des données, l'élaboration d'une politique de gouvernance et d'un plan de reprise sur activité en cas d'incident.

Tout cela a un coût, tant sur le plan financier, matériel et humain : en effet, cela nécessite une équipe d'experts qualifiés pour assurer la bonne exploitation de cette solution. Il n'est pas rare d'ailleurs, que les entreprises fassent appel à des sociétés extérieures, notamment sur le secteur de l'infogérance.

Que l'on soit au niveau de l'infrastructure, de la plate-forme ou ici du service ou de l'application, les problématiques restent les mêmes : il faut des moyens financiers, matériels et humains pour maintenir un niveau de service demandé par les utilisateurs.

Avec le Cloud, nous avons des solutions SaaS comme « App » de Google ou encore « Exchange Online » de Microsoft qui mettent à disposition un service de messagerie à la demande : Il suffit qu'un administrateur crée son organisation sur l'un de ces services et il peut l'utiliser instantanément et avec très peu de configuration dans son entreprise.

Toute la charge repose sur le fournisseur de service SaaS qui assurera le déploiement de la solution de manière dynamique et instantanée, supervisera le bon fonctionnement, répartira la charge sur ces différentes ressources physiques, assurera la sécurité, les mises à jour et les plans de reprise sur incident. La plupart des services Cloud garantissent la disponibilité du service et des données par différents contrats SLA (nous reviendrons sur cette notion un peu plus tard).

De ce fait, le client est consommateur d'un service lui offrant la possibilité de s'abstraire de toutes contraintes financières, matérielles et humaines, dans le déploiement et l'exploitation de différentes solutions applicatives.

Dans cette notion de « consommation », la facturation est liée à l'utilisation du service. Par exemple sur Exchange Online, le coût est lié au nombre d'utilisateurs dans l'organisation. De plus, Exchange Online fournit un quota de stockage pour l'ensemble des boîtes aux lettres de l'organisation (sur base de 25 Go par utilisateur). Il est ensuite possible d'acheter de la place supplémentaire si besoin (par tranche de Giga à répartir dans l'organisation).

De nombreuses organisations ont fait le choix de solutions SaaS, s'assurant ainsi une disponibilité de services souvent supérieure à ce qu'une équipe peut fournir en interne (surtout pour les PME et institutions) et pour un coût adapté à leurs besoins.

2.4 LES ARCHITECTURES CLOUD

Comme nous l'avons vu, le Cloud Computing repose sur des ressources physiques. La question est « où sont ces ressources physiques ? » (Serveurs, commutateurs, routeur, solutions de stockage, etc.).

La réponse « dans le nuage » n'est pas vraiment acceptable. Du point de vue consommateur, l'abstraction est telle qu'on ne peut déterminer sur quelles ressources physiques l'application est hébergée. De par son côté dynamique, les ressources physiques hébergeant une application et des données dans un Cloud ne sont jamais fixes et évoluent dans le temps.

En théorie, le Cloud Computing n'impose aucune dépense en immobilisation. Comme c'est le cas avec la solution de messagerie décrite, on exploite généralement les ressources physiques d'un fournisseur de Cloud.

Cependant cette technologie de Cloud Computing peut très bien se retrouver sur l'infrastructure physique d'une entreprise : n'étant plus mutualisé, le Cloud reste privé : on parlera alors de Cloud public, de Cloud privé et de Cloud hybride.

2.4.1 LE CLOUD PRIVE

Ces ressources physiques peuvent être hébergées dans une infrastructure propre à l'entreprise et étant sous son contrôle, à sa charge donc de contrôler le déploiement des applications.

Nous reviendrons sur cette notion de Cloud privé, mais nous pouvons d'ores et déjà nous demander si « un Cloud privé est réellement un Cloud ? ». En effet, dans le sens où, comme nous l'avons dit plus haut, un Cloud ne doit pas imposer de dépenses en immobilisations, l'infrastructure physique dans un Cloud privé est à la charge de l'entreprise.

Le Cloud privé peut aussi désigner un Cloud déployé sur une infrastructure physique dédiée et mise à disposition d'un fournisseur de services.

Ainsi une entreprise peut louer à un fournisseur de services, un nombre conséquent de serveurs qui lui sont entièrement dédiés et sur lesquels une solution de Cloud sera déployée pour gérer dynamiquement l'application, la plate-forme ou l'infrastructure (virtuelle).

2.4.2 LE CLOUD PUBLIC

Pour certaines personnes, tel que Werner Vogels (Directeur des technologies d'Amazon), le Cloud ne peut être que public.

Un Cloud public est un service IaaS, PaaS ou SaaS proposé et hébergé par un tiers. Amazon, Google et Microsoft propose un Cloud public dans lequel n'importe quel particulier ou n'importe quelle entreprise peut y héberger ses applications, ses services ou ses données. Pour les consommateurs, il n'y a donc aucun investissement initial fixe et aucune limite de capacité.

Les fournisseurs de Cloud public facturent à l'utilisation et garantissent une disponibilité de services au travers des contrats SLA (« Service Level Agreement » : document qui définit la qualité de service requise entre un prestataire et un client).

2.4.3 LE CLOUD HYBRIDE

Un Cloud Hybride est l'utilisation de plusieurs Clouds, publics ou privés.

On peut ainsi déporter nos applications vers un Cloud public qui consommera des données stockées et exposées dans un Cloud privé, ou bien faire communiquer deux applications hébergées dans deux Clouds privés distincts, ou encore consommer plusieurs services hébergés dans des Cloud publics différents. Dans tous ces cas de figure, nous avons affaire à la notion de Cloud hybride.

3. DANS L'ERE DU CLOUD COMPUTING

L'ère du Cloud Computing s'est accélérée en 2006 lorsqu'Amazon, l'une des plus grosses entreprises de commerce électronique, proposa d'exploiter leurs fermes de serveurs pour héberger des applications et des données. Il s'agissait pour eux de rentabiliser l'énorme infrastructure prévue en absorbant les charges en période de fêtes de Noël et en louant leurs ressources de calcul et de stockage.

La crise économique a également joué un rôle clé dans la croissance du Cloud Computing. En effet, l'un de ses avantages est l'économie réalisée en disposant d'une infrastructure dont le coût est relatif à l'utilisation. Le Cloud Computing permet de s'affranchir des investissements souvent très coûteux en termes de déploiement et d'exploitation des infrastructures, plates-formes et applications. Selon Brookings Institution, les économies réalisées pour les dépenses informatiques sont de l'ordre de 25 à 50 % avec le Cloud Computing.

Il est important de comprendre en quoi le Cloud Computing répondra aux problématiques d'aujourd'hui et de demain, ses avantages et ses inconvénients, d'éclaircir les zones d'ombres sur les sujets de l'interopérabilité, de la sécurité ou encore comment dans un avenir proche vont évoluer les métiers.

3.1 POUR QUEL TYPE D'APPLICATION ?

Le Cloud Computing propose un découpage en trois couches :

- ✓ l'infrastructure,
- ✓ la plate-forme
- ✓ les applications.

Cela répondra à différentes problématiques. À la question « Le Cloud Computing : pour quel type d'application ? » la réponse pourrait potentiellement être toutes suivant leurs spécificités.

Pour une entreprise ou un particulier dont le métier n'est pas l'informatique, l'aspect infrastructure ou plateforme ne sont pas au cœur de leurs préoccupations. Une entreprise cherchera d'abord à se concentrer sur son métier et aura donc recours à différents types d'applications, comme par exemple un service de messagerie, un ERP pour tenir la comptabilité, la gestion des stocks ou du personnel, ou encore un service de stockage sécurisé leur garantissant l'intégrité et la disponibilité de leurs données. Quelle que soit l'architecture matérielle et logicielle qu'il doit se trouver derrière, seul le service rendu est important.

Inconsciemment, on utilise le Cloud Computing depuis des années, ne serait-ce qu'en utilisant un service de messagerie comme par exemple des services comme Gmail de Google ou Hotmail de Microsoft, qui propose un service de boîtes aux lettres à la demande après une simple inscription.

De plus en plus, les entreprises conçoivent leurs logiciels sous forme de services (SaaS) permettant ainsi à quiconque d'en bénéficier de manière instantanée, sans prérequis et sans investissement lourd.

Prenons l'exemple de Salesforces qui propose des outils de CRM et de collaboration, ou de Google App qui offre un service de messagerie, d'agenda, de gestion documentaire ou encore d'échange et de partage d'informations. Nous trouvons aussi Microsoft Online Services qui met à disposition leurs produits serveurs tel qu'Exchange, SharePoint, Live meeting ou encore Office Communicator, le tout sous forme de services.

En fin de compte, n'importe quel type d'application peut être proposé à la demande dans la mesure où cette dernière ait été conçue pour être délivrée ainsi. Dans le cas de Microsoft Online Services, les produits serveurs, tels qu'Exchange Server ou SharePoint, sont très modulaires et permettent aux équipes de mettre en place des outils d'automatisation du déploiement et de configuration de ces produits. Grâce à cela, il a été possible de délivrer ces produits sous forme de services, sans impacter l'intégralité de leurs architectures et de leurs fonctionnements internes.

Bien sûr, lorsque l'on évoque des applications de type SaaS, nous pensons tout d'abord aux applications Web. L'évolution des technologies RIA (Rich Internet Application) tels qu'Adobe Flash, Microsoft Silverlight ou, comme on le voit apparaître de plus en plus, le standard HTML5, permet une expérience utilisateur riche proche de ce que l'on peut trouver au travers d'un logiciel lourd. Même si cela permet de répondre à la majorité des besoins des applications, certaines d'entre elles devront dépasser le contexte Web.

De plus, une application SaaS peut poser des problèmes en cas de connexion indisponible. Étant donné que ces services sont délivrés via Internet, l'utilisateur a besoin d'une connexion constante pour pouvoir les consommer. Même si le développement d'Internet nomade ne cesse de progresser (hotspot Wifi, Internet mobile, etc.), il faut être en mesure de garantir à l'utilisateur une disponibilité de ses services et de ses données même hors connexion.

Dans cette lignée, nous pouvons citer l'idée du « S+S » pour « Software + Service » en bon français « le logiciel + le service ». Dans cette philosophie, le processus métier et le stockage des données sont fournis par le service. Quant au logiciel, il est déployé sur le poste utilisateur permettant de profiter de toutes les ressources locales du périphérique mais aussi d'assurer le fonctionnement en cas de non connexion.

Pour reprendre l'exemple de Microsoft Online Services qui dans son offre « Office 365 » fournit les services tels qu'Exchange Online, SharePoint Online, etc., et la gamme logicielle Office où nous retrouvons Outlook. On retrouve pour le service de messagerie le S+S avec le client lourd Outlook : « Outlook + Exchange Online = Software + Service » mais aussi un mode SaaS si on se limite à « Outlook Web Access » le web mail fourni en native sur Exchange (Server et Online).

Le client Outlook pourra consulter sa boîte aux lettres, son agenda et ses contacts, mais aussi rédiger des courriels même lorsque la connectivité au service est rompue, lors d'un trajet en avion par exemple. C'est ce logiciel qui assure localement l'enregistrement des données et les modifications effectuées hors connexion ; il se chargera également de les synchroniser avec le service lorsque la connectivité sera rétablie.

En fin de compte, chaque application, proposée en SaaS et/ou S+S, pourra se retrouver sur un Cloud. Mais qu'en est-il de l'infrastructure ou des plates-formes ?

Le Cloud Computing ne se destine pas qu'aux utilisateurs finaux. Pour les équipes de développement informatique, il s'agit par exemple de disposer d'une plate-forme permettant d'héberger leurs applications en production. Ils auront aussi besoin d'une autre plate-forme sensiblement identique pour tester des nouvelles versions en pré-production.

Le PaaS peut répondre à cette problématique en mettant à disposition des plates-formes applicatives accessibles à la demande.

Un développeur Java pourra envisager de développer et de déployer une application Java sur Google AppEngine, d'une plate-forme vFabric de VMware et bientôt sur Force.com. Attention, cela ne se fait pas par

un claquement de doigt ou simple portage du code. Il faut adapter ce dernier pour son application au Cloud. Souvent, chaque PaaS expose son propre modèle de développement. Aujourd'hui, dans le monde « PaaS Java », le modèle SpringSource, racheté par VMware, s'impose avec des accords technologiques pour que les fournisseurs de PaaS déploient SpringSource (Framework Java très populaire).

En bref, si le modèle de développement d'un PaaS n'est pas compliqué, il impose rigueur et adaptation du code. Même chose pour la couche d'accès aux données qui nécessite une adaptation. Pour un développeur PHP ou .NET, le choix s'orientera plutôt sur la plateforme Windows Azure.

Comme pour les utilisateurs finaux, les entreprises dont le métier est de développer des applications, ne doivent pas se soucier des problématiques d'infrastructure et de plate-forme. Le Cloud Computing permettra de disposer de manière instantanée et sans aucun investissement de départ, d'une plate-forme dynamique et adaptable à la charge des applications et des données qu'elle héberge. Bien sûr, il faudra s'assurer que la plate-forme PaaS permette l'hébergement de l'application ou du service désiré, en fonction des technologies utilisées.

Quoi qu'il en soit, la couche la plus basse du Cloud Computing est l'infrastructure. Imaginons une infrastructure où les applications et les technologies utilisées sont tellement spécifiques à l'entreprise, qu'elles ne trouvent pas d'application équivalente ou de plate-forme capable de les héberger.

Le Cloud Computing, au travers de l'IaaS, pourra aider cette entreprise en lui proposant une infrastructure à la demande, lui permettant de s'affranchir des investissements matériels, de configuration et d'exploitation de ces ressources physiques.

Par exemple, prenons une entreprise ayant développé une application maison utilisant une technologie peu connue ou, en tout cas, non proposée dans les offres PaaS actuelles. L'architecture est composée de plusieurs serveurs chacun ayant un rôle défini, une offre IaaS, comme celle de Windows Azure (avec la notion de vmRole, d'Amazon EC2 ou de « vCloud Datacenter Service » des partenaires VMware), permet de construire cette infrastructure en très peu de temps et sans investir. Une fois le nombre de serveurs défini, la configuration réseau et les systèmes d'exploitation sélectionnés, le service IaaS déploiera et configurera cette infrastructure de manière automatique et rapidement. L'entreprise pourra alors exploiter cette infrastructure et y déployer ses applications, services et données.

N'importe quel projet informatique peut prétendre à être déployé dans un Cloud, reste encore à déterminer les avantages, les contraintes et le prix face aux solutions classiques.

3.2 BENEFICES / AVANTAGES

Les avantages sont multiples :

- ✓ aucun investissement préalable,
- ✓ aucun prérequis demandé,
- ✓ un déploiement facile,
- ✓ une gestion simplifiée,
- ✓ un service d'une grande disponibilité et adaptable,
- ✓ un paiement relatif aux consommations.

Pour l'utilisateur, comme une start-up par exemple, l'avantage principal est de bénéficier d'un service sur mesure, sans investissement et capable d'absorber n'importe quel pic de charge.

La société Kobojo propose des jeux et des applications pour les réseaux sociaux. Créée en septembre 2008, l'entreprise a, en moins d'un mois, connu une croissance de 5 000 à 700 000 utilisateurs par jour. Aujourd'hui, c'est plus de 2,5 téraoctets téléchargés quotidiennement, avec des pics de charge très importants entre 18 et 23 heures.

Difficile pour une petite start-up d'investir dans une infrastructure capable d'évoluer en si peu de temps pour absorber une telle charge. Le Cloud Computing leur a permis de disposer d'une plate-forme et d'une infrastructure leur permettant d'héberger leurs applications sans investissement financier, avantage non négligeable lors de la création d'une structure de ce type.

De plus, ils ont pu répondre dynamiquement à la charge grâce à la souplesse proposée par le Cloud Computing. Aujourd'hui Kobojo compte plus de 50 millions d'utilisateurs.

Le Cloud Computing permet aussi de s'affranchir des contraintes de gestion des déploiements et de l'exploitation d'une telle architecture. Les start-ups peuvent désormais se concentrer sur leur métier, le Cloud Computing étant à leur côté pour pallier les problématiques d'exploitation d'une plate-forme hautement disponible.

L'impact financier est important : n'importe qui peut bénéficier d'une infrastructure technique dernier cri, capable d'absorber n'importe quel type de charge et sans aucun investissement préalable. Il n'y a donc plus de dépense en immobilisation et en cas de sous-utilisation, le Cloud Computing adaptera les ressources

misés à disposition de manière proactive en fonction de la charge. D'un point de vue financier, la facture sera relative à l'utilisation du service.

En clair, le Cloud Computing permet de limiter les coûts d'exploitation en mutualisant les ressources physiques, garantit une haute disponibilité des services et des données et adapte l'infrastructure technique au volume d'activité de l'entreprise.

Pour finir, les développeurs, administrateurs, chef de projets, décideurs et les utilisateurs ne sont pas les seuls gagnants dans l'utilisation du Cloud Computing, la planète y trouve aussi une manière de réduire l'empreinte écologique de notre technologie actuelle et future. Dans cette lignée, le « Green-IT » est un concept de plus en plus présent dans les investissements puisqu'il faut tenir compte des contraintes et des coûts en énergie des matériels informatiques.

On peut aussi citer la technologie DPM pour « Distributed Power Manager » de VMWare qui permet d'arrêter ou de redémarrer les hyperviseurs (ressources matérielles) d'un « vSphere » en fonction de la charge. Autre innovation estampillée « green », la conception des conteneurs de ressources physiques du Cloud Windows Azure qui tente à réduire au maximum l'empreinte écologique via un refroidissement assuré naturellement par un système de « free cooling ». Cela améliore le PUE « Power Unit Effectiveness » (rapport entre l'énergie apportée aux Datacenters et celle réellement utilisée par les serveurs).

3.3 COMMENT SE PREPARER A CETTE NOUVELLE ERE ?

Bien sûr un tel développement du Cloud Computing va conduire à une évolution des métiers et des carrières.

Prenons un exemple concret avec le service SQL Azure proposé par Microsoft. Ce moteur est une base de données relationnelle dans le Cloud, équivalent du SGBD SQL Server. Une application ayant besoin d'un stockage dans une base de données, pourra de manière automatique sans aucun prérequis (ou presque) et à la demande, demander une base de données physiquement hébergée dans le Cloud Windows Azure. Pour l'application, la base de données SQL Azure est identique à celle que l'on pourrait retrouver sur site avec SQL Server.

La plate-forme SQL Azure assure la disponibilité de cette base de données via des mécanismes de réplication, assure également la montée en charge et maintient le bon fonctionnement du service. Toute l'administration physique, à la fois du serveur que de son environnement, mais aussi du produit SQL Server n'est plus de la responsabilité du DBA. La configuration du stockage, du partitionnement, la gestion des sauvegardes etc. sont à la charge du fournisseur de service, ici Microsoft. Les responsabilités du DBA

évolueront pour s'occuper exclusivement de l'administration logique des bases de données, comme la modélisation des bases, la gestion des accès, le maintien des performances, la définition des index etc.

De même pour un administrateur réseau ou système, l'administration physique de ces différents éléments ne seront plus sous leurs responsabilités. Cela ne signifie pas qu'il n'y aura plus besoin d'administrateur système lorsque l'on va utiliser du Cloud Computing, mais les responsabilités et le métier évolueront pour apporter l'expertise dans la gestion de solution dans les nuages.

Il en va de même avec les développeurs qui bénéficieront de différents services mis à leur disposition pour permettre des gains non négligeables en productivité. Par exemple, un développeur.NET, a la possibilité de souscrire à un service comme SQL Azure pour bénéficier d'une base de données en un claquement de doigts. Lorsque celui-ci aura fini son application, un seul clic lui permettra de la déployer sur une infrastructure en un rien de temps.

Bien qu'au niveau technique, les métiers de développeur, d'administrateur système ou de base de données, devront évoluer en fonction des solutions techniques apportées par les différents acteurs du marché. Les décideurs et responsables informatiques devront quant à eux avoir une bonne vision du Cloud Computing pour pouvoir analyser tout nouveau projet sous l'angle Cloud.

Quoi qu'il en soit, une formation auprès de l'ensemble des équipes techniques est nécessaire afin d'être le plus transparent possible pour éviter tout conflit ou réticence.

3.4 LES FREINS AU CLOUD, PAS ENCORE ASSEZ MUR ?

Sur le papier, le Cloud Computing semble promis un très grand avenir. Pourtant plusieurs personnes ou entreprises vont à l'encontre de cette notion, comme le très célèbre Richard Stallman (fondateur de la « Free Software Foundation » et créateur du projet GNU) qui parle du Cloud Computing comme d'« un piège ».

L'inconvénient qui revient le plus est lié à la sécurité. Comment garantir la sécurité des informations stockées dans les nuages ? N'y a-t-il pas de risque d'intrusion, de perte ou de dégradation des données ? Une sous partie sera dédiée à ce thème dans la suite de ce mémoire.

De façon plus générale le Cloud Computing entraîne la perte de la maîtrise du cycle de vie des applications et de l'implantation des données.

Comment peut-on aussi garantir une disponibilité du service en tout temps, et dans le cas contraire que se passe-t-il ? Comment estimer son prix ? En général les fournisseurs de Cloud Computing facture à l'heure les ressources de calcul, au Gigaoctet les ressources de stockage ainsi que l'utilisation de la bande passante. Comment estimer sa consommation en prenant garde aux coûts cachés de ces solutions pour comparer le ROI réel y avec une solution classique ?

Sony Pictures Image Works a suggéré l'utilisation d'un Cloud externe pour répondre à l'évolution des besoins de stockage. L'estimation de la bande passante nécessaire pour mettre leurs données dans le Cloud et pouvoir les récupérer était gigantesque et les coûts tellement importants qu'il devenait alors plus avantageux d'acheter le stockage eux-mêmes.

Pourtant, bien que le coût du Cloud Computing puisse poser des problèmes en termes de sécurité, de budget, de performances ou de fiabilité, il est important de prendre chaque type d'application ou de services au cas par cas pour voir si réellement les gains de temps et financiers sont plus avantageux que sur une architecture classique.

La majorité de ces inconvénients sont les mêmes que ceux avec des solutions d'hébergement externe. De ce fait, il faut garder à l'esprit la vision Cloud privée permettant à une entreprise de déployer son Cloud sur ses propres infrastructures physiques, gardant ainsi la maîtrise du cycle de vie de ses applications et de ses données. Ce fut le choix de Sony Pictures Image Works qui a déployé son propre Cloud privé pour ces besoins de stockage interne.

Bien que le Cloud privé permette de garantir la maîtrise complète de ces processus et rassure la plupart des directeurs informatique, on perd un des concepts élémentaires du Cloud Computing : l'absence de dépense en immobilisation tout en mettant à disposition une infrastructure sans limite et sans investissement.

De plus, les Cloud publics ne sont pas moins fiables qu'une solution de Cloud privé. En effet, les Cloud publics sont maintenus et exploités par des experts, les applications et les données étant en général mieux gardés chez des spécialistes que dans les entreprises dont la sécurité et la fiabilité ne sont pas forcément le métier.

Se pose alors des questions sur les aspects légaux et réglementaires sur le bon usage du Cloud Computing en entreprise. Quel régime juridique pour les données qui transitent aux quatre coins du globe ? Comment garantir la souveraineté des données stockées dans le Cloud ?

Les réglementations européennes et françaises en matière de protection des données personnelles s'appliquent au Cloud Computing et plus particulièrement aux dispositions encadrant le transfert des données. Ces réglementations imposent notamment que l'intégrité et la sécurité des données soit garanti lors des transferts, l'entreprise reste responsable de ses données. Pour pouvoir « exporter » des données en dehors des frontières, l'entreprise doit demander une autorisation à la CNIL. La question légale est primordiale, le service juridique et le correspondant informatique et liberté (CIL) devront se pencher sur la question.

Que se passera-t-il en cas pertes de données ? Quels sont les risques concernant la continuité du service ? Et que se passe-t-il en cas de coupure de service de la part du fournisseur ? Tout cela nous amène à la question de la pérennité du fournisseur ?

Dans tous les cas, il conviendra de mettre en place une convention de niveau de service permettant d'obtenir auprès du fournisseur une qualité de services convenue contractuellement. Aussi appelée « SLA » (« Service Level Agreement »), elle définira les critères attendus concernant la qualité de service et pourra également comporter un système de pénalités en cas de non-respect SLA.

De plus, pour pallier au problème de perte de données, il sera préconisé de répliquer les données sur un site ou un Cloud externe afin de garantir la pérennité des données sensibles en toutes circonstances.

Par ailleurs, il s'avère primordial de définir un plan de réversibilité assurant la transférabilité vers un autre fournisseur afin d'éviter le phénomène de dépendance. Bien que cette notion d'interopérabilité ne soit pas encore bien définie, des initiatives sont lancées pour définir des standards.

3.5 L'INTEROPERABILITE DU CLOUD

L'interopérabilité est plus que jamais cruciale. Cela permet de définir la manière dont des applications ou des systèmes communiquent et échangent. Cette notion a été centrale dans le développement des réseaux de communication comme le téléphone ou Internet. Peu importe de savoir quelle technologie serveur assure le service de messagerie d'un destinataire, ou quel logiciel de courriel le destinataire utilise, l'échange se fait au travers de standard (pour le courriel sur Internet, il s'agit du SMTP : Simple Mail Transfert Protocol).

Les protocoles de communication et le format des données sont normalisés pour permettre une implémentation dans n'importe quelle technologie comme par exemple avec le HTTP et le HTML. D'un point

de vue utilisateur, si le navigateur Internet déplaît, on peut le changer au profit d'un autre qui fonctionnera de la même manière selon les standards d'Internet.

Il en va de même avec le Cloud Computing. Si un utilisateur souhaite changer de fournisseur de services pour une raison X ou Y, en a-t-il la possibilité ?

Il faut voir sur quel niveau nous voulons répondre à cette problématique. D'un point de vue application (SaaS), il peut être envisageable de pouvoir récupérer les données applicatives sur un format standard ou propriétaire. Sur la majorité des plates-formes de blog et de CMS (WordPress, Joomla, Dotclear, Drupal, etc.), on retrouve des fonctions d'importation et d'exportation des données. Il en va de même avec les autres types d'applications SaaS. Cela peut être considéré comme l'un des facteurs clés dans le choix d'une solution Cloud, l'interopérabilité permettant de se prémunir des risques de dépendance vis-à-vis d'un fournisseur de services. Cependant, c'est à vous de tester l'interopérabilité.

Au niveau plate-forme, serait-il possible de déployer une application dans un Cloud X et de pouvoir la transférer sur un autre fournisseur Cloud ? Actuellement cette interopérabilité est limitée. Dans le cas d'un PaaS, chaque plate-forme propose sa propre interopérabilité, avec ses outils, frameworks, bonnes pratiques. Dès lors, migrer une application Java vers AppEngine ou Windows Azure nécessite des adaptations, pareillement en passant de AppEngine à Azure et inversement. En IaaS, chaque fournisseur aura sa notion d'interopérabilité. Aujourd'hui, aucune interopérabilité globale dans le Cloud n'est disponible, des alliances travaillent sur les spécifications et des formats communs pour le IaaS (ex. : DMTF).

Bien sûr lors de la conception de l'application, il sera important d'isoler les couches en relation avec la plate-forme, afin de pouvoir l'adapter sur une autre plate-forme avec le moins d'efforts possibles.

Dans ce domaine, vFabric de VMware reposant sur SpringSource, qui au travers de son outil « Cloud Foundry » met à disposition une plate-forme applicative (PaaS) permettant l'hébergement d'applications Spring, Grails et JEE dans le Cloud. Cette plate-forme peut aussi bien reposer sur les technologies IaaS de VMware (vSphere et vCloud Director) qu'utiliser d'autres IaaS comme Amazon via vmForce ou sur des PaaS comme AppEngine et Force.com. Pour ces deux derniers, des partenariats technologiques ont été signés avec VMware mais à l'heure où nous écrivons SpringSource n'est pas pleinement disponible. Cette approche JEE sur SpringSource permettra de migrer rapidement son application JEE vers Google, Amazon, Force.com, au prix de modifications et d'adaptation.

Quoi qu'il en soit chaque plate-forme a sa ou ses technologies : .NET, Python, Java, PHP etc., que l'on soit ou non dans du Cloud. Une application ASP.NET hébergée sur un serveur Windows Server/IIS aura du mal

à être portée sans frais sur un serveur Linux/Apache (bien qu'il existe le projet Mono permettant d'exécuter du code.net sur Linux). C'est le même problème dans le Cloud : l'interopérabilité ne va pas de soi.

Au niveau de l'infrastructure, l'interopérabilité serait par exemple d'avoir un format standard de machines virtuelles. L'utilisateur pourrait alors récupérer un paquet contenant ces machines virtuelles lui permettant ainsi de les remonter dans une autre infrastructure. C'est dans cette lignée que depuis fin 2007, le « DMTF » (Distributed Management Task Force), organisation développant et maintenant des standards pour les systèmes informatiques, a proposé le standard « OVF » pour « Open Virtual Machine Format » pour le stockage des images des machines virtuelles. Des grands acteurs de cette industrie collaborent à cette initiative comme Novell, Dell, HP, IBM, Microsoft, VMware ou encore ZenSource.

Dans un futur proche, lorsque ce format sera devenu le standard (à condition que tous les acteurs le supportent), il sera alors tout à fait envisageable de migrer son infrastructure entre les différents Cloud privés ou publics à condition que les éditeurs et fournisseurs se mettent d'accord sur les formats d'échanges standards, protocoles et API. Il en va de même avec les applications ou les plates-formes.

D'autres initiatives ont émergé ces derniers mois comme « Open Cloud Manifesto », « Cloud Security Alliance », ou encore « The Open Group ». Il y a une nécessité de plus en plus présente d'avoir un consortium qui soit au Cloud de ce que le W3C est au Web.

Le mois dernier était créé l'« Open Data Center Alliance » visant à définir et piloter des standards techniques et fonctionnels afin de rendre interopérables les différents environnements du Cloud Computing.

Nous pouvons aussi citer les travaux du Open Cloud Consortium (OCC), organisation qui soutient l'initiative d'élaboration de normes pour le Cloud Computing, définit l'interopérabilité entre les Cloud, développe des métriques pour mesurer le Cloud Computing et crée des supports de référence pour les implantations dans le Cloud Computing. L'OCC gère également des bancs d'essai pour le Computing, comme « Open Cloud », et exploite l'infrastructure informatique des nuages pour soutenir la recherche scientifique telle que l'« Open Science Data Cloud ».

3.6 LA SECURITE DU CLOUD

La sécurité permet de garantir la confidentialité, l'intégrité, l'authenticité et la disponibilité des informations. L'évolution des technologies liées qui y sont liées et la normalisation de ces dernières, nous mettent à

disposition un ensemble d'algorithmes et de protocoles permettant de répondre à ces différentes problématiques.

3.6.1 LA CONFIDENTIALITE

La confidentialité assure que les données d'un client ne soient accessibles que par les entités autorisées. Les différentes solutions de Cloud Computing comportent des mécanismes de confidentialité comme la gestion des identités et des accès, l'isolation ou le cryptage.

Les contrôles d'accès les plus sécurisés ne sont d'aucune protection contre un attaquant qui gagne l'accès à des informations d'identification ou des clés. Ainsi, les informations d'identification ou de gestion des clés sont des maillons essentiels dans la conception de la sécurité.

La majorité des échanges internes ou externes au Cloud sont encapsulés en SSL (Secure Sockets Layer) et authentifiés avec un certificat généré par le client. Ce certificat n'est lié à aucune autorité de certification racine de confiance (CA) mais plutôt auto-signé par le client lui-même. Tant que ce dernier assure le contrôle de sa clé privée, le mécanisme permet un degré élevé d'assurance : seuls les clients autorisés et présentant cette clé peuvent accéder à des aspects spécifiques du service.

Aussi l'exécution d'applications « à moindre privilège » est considérée comme une pratique exemplaire de la sécurité. Par défaut, toutes les actions s'exécutent avec un compte à bas privilèges. Cela réduit l'impact potentiel et augmente la sophistication nécessaire de toute attaque, nécessitant une élévation de privilèges en plus d'autres exploits. Il protège également le client d'une attaque de services par ses propres utilisateurs finaux. La sécurité des communications s'applique aussi entre les composants internes d'un Cloud. Ainsi dans Windows Azure tous les échanges entre les contrôleurs (appelés Fabric Controllers) et les agents (appelés Fabric Agents) s'exécutent sur les serveurs physiques et sont cryptés en SSL. Au-delà d'identifier les accès aux données, le Computing doit pouvoir conserver une segmentation appropriée garantissant une protection notoire et l'isolement à plusieurs niveaux.

Comme dans la majorité des cas, le Cloud Computing est fondé sur la virtualisation. Un des points critiques est l'isolement de la machine virtuelle avec les autres machines virtuelles mais aussi l'isolement des machines virtuelles vis-à-vis de l'hyperviseur. Aujourd'hui, les fournisseurs de Cloud Computing reposant sur les technologies Microsoft ou VMware, garantissent une haute isolation des systèmes invités grâce à la forte expérience des produits de virtualisation de ces différents éditeurs (Virtual PC, Virtual Server et plus récemment Hyper-V chez Microsoft, VMWare Workstation, ESX, ESXi chez VMWare).

En plus de cela les technologies de Cloud Computing intègre des analyseurs de paquets réseau s'assurant que les machines virtuelles non fiables ne puissent pas générer de trafic usurpé, ni recevoir du trafic qui ne leur est pas dessiné, ni rediriger du trafic protégé vers d'autres points de terminaison et ne puissent pas non plus envoyer ou recevoir du trafic en « broadcast » à l'ensemble des machines du Cloud. Même les connexions entre les différentes instances d'une application à l'intérieur du Cloud sont considérées comme des connexions Internet donc non sûres.

De plus, l'isolation s'applique aussi à la couche réseau par la mise en place de VLANs (Virtual Local Area Network) utilisées pour isoler les différents réseaux d'un Cloud. On retrouvera un VLAN pour les différentes ressources physiques du Cloud, un autre pour les contrôleurs et un autre encore pour les instances des applications clientes. Les règles des VLANs permettront ou non une communication inter-VLAN. De ce fait, même si un nœud qui exécute une application cliente est compromis, il ne pourra pas attaquer d'autres nœuds clients, ni le réseau des contrôleurs ou encore les ressources matérielles de ce Cloud.

Pour finir le cryptage des données pour le stockage et la transmission s'aligne sur les meilleures pratiques afin d'assurer la confidentialité et l'intégrité des données. Comme noté précédemment, les communications internes sont protégées à l'aide de protocoles SSL. Au gré du client, les plateformes de développements proposent des bibliothèques permettant aux développeurs d'intégrer des protocoles et des algorithmes cryptographiques dans leurs applications.

3.6.2 L'INTEGRITE

Les clients qui cherchent à externaliser leurs données peuvent évidemment s'attendre à être protégés contre les modifications non autorisées. Les systèmes dans les nuages fournissent un certain nombre de mécanismes de protection de l'intégrité des données.

Dans le cas de Windows, des mécanismes assurent l'intégrité des données dans la conception de la machine virtuelle elle-même. Chaque dernière est connectée à plusieurs disques virtuels :

- ✓ Le disque D qui contient une ou plusieurs versions du système d'exploitation invité et est tenu à jour avec les correctifs et patches sélectionnés par le client.

- ✓ Le disque E qui contient une image du package de l'application fournie par le client.

- ✓ Le disque C qui contient les fichiers de configuration, de pagination des fichiers et autres stockages.
- ✓ Les lecteurs D et E sont en lecture seule car leurs ALC (Access Control List) sont définies pour interdire l'accès en écriture par n'importe quel processus. Ensuite comme Windows Azure peut avoir besoin de mettre à jour certains de ces volumes en lecture seule (lors de patch de sécurité, mise à jour système, etc.), les modifications sont implémentées dans des disques durs virtuels de différenciation. Cette conception préserve alors l'intégrité du système d'exploitation sous-jacent et des applications clientes.

Pour le service de stockage de Windows Azure, l'intégrité est définie par les applications utilisant le modèle de contrôle d'accès. Chaque compte de stockage a deux clés qui sont utilisées pour contrôler l'accès à toutes les données dans ce compte de stockage.

3.6.3 LA DISPONIBILITE

L'un des principaux avantages fournis par des plates-formes de Cloud Computing est la disponibilité robuste basée sur la redondance réalisée avec des technologies de virtualisation. Windows Azure par exemple offre de nombreux niveaux de redondance fournissant une disponibilité maximale des données et des applications. Les données sont répliquées au sein de Windows Azure sur trois nœuds distincts pour minimiser l'impact des pannes matérielles. Les clients peuvent exploiter la nature géographique de l'infrastructure Windows Azure en creusant un deuxième compte de stockage fournissant des capacités de basculement à chaud. Dans de tels scénarios, les clients peuvent créer des rôles personnalisés à répliquer et synchroniser les données entre les installations de Microsoft. Ils peuvent également créer des rôles personnalisés pour écrire des données de stockage pour des sauvegardes sur site privé.

Les agents tournant sur les machines virtuelles invitées surveillent la santé de ladite machine. Si l'agent ne répond plus, le contrôleur redémarre la machine virtuelle. Les clients pourront éventuellement choisir d'exécuter des processus de suivi de santé plus sophistiqués et adaptés à leur politique de continuité. En cas de défaillance du matériel, le contrôleur déplace l'instance du rôle vers un nouveau nœud et reprogramme la configuration réseau pour les instances de ce rôle afin de rétablir la disponibilité totale du service.

Les contrôleurs adhèrent au même principe de disponibilité grâce à la redondance et à un basculement automatique assurant la disponibilité continue des capacités de gestion des contrôleurs.

3.6.4 LA SECURITE DE L'EXPLOITATION ET LA SECURITE PHYSIQUE.

Les personnes et les processus qui opèrent dans la gestion d'un Cloud sont les caractéristiques de sécurité les plus importants d'une plate-forme dans les nuages.

Les développeurs et administrateurs d'une plateforme de Cloud ont, de par leur conception, des privilèges suffisants pour remplir leurs fonctions assignées pour exploiter et faire évoluer le service. Les fournisseurs de services déploient des combinaisons de contrôle préventif, détective et réactif :

- ✓ accès sécurisé aux données sensibles
- ✓ combinaison de contrôle en qui améliore grandement la détection d'activités malveillantes
- ✓ plusieurs niveaux de surveillance (monitoring), d'enregistrement (logging) et de rapports (reporting)

De plus, les fournisseurs de services effectuent régulièrement des vérifications des antécédents de certains membres du personnel et limite l'accès aux applications, aux systèmes et aux infrastructures réseaux en fonction de leur périmètre d'action (on retrouve ces mêmes principes de sécurité dans la gestion d'un aéroport par exemple).

Bien sûr pour assurer une sécurité optimale, il faut également que l'environnement physique soit aussi sécurisé. Les Datacenters sont conçus pour fonctionner 24 x 7 et utilisent diverses mesures afin de protéger les pannes de courant, les intrusions physiques et les pannes réseaux. Ces centres de données conformes aux normes de l'industrie en termes de sécurité physique et de fiabilité sont gérés, surveillés et administrés par un très petit nombre de personnes dont les informations d'identification changent très régulièrement.

3.6.5 QUEL NIVEAU DE SECURITE ?

La sécurité absolue n'existe pas. Quand on parle de sécurité dans les nuages il faut voir à quel niveau on souhaite répondre à cette question : le SaaS, PaaS ou l'IaaS.

D'un point de vue applications, la sécurité est définie par le développement de cette application. Que l'on soit dans les nuages ou sur site, la sécurité de l'application dépendra des mécanismes internes et de sa conception.

Dans le cas où une faille de sécurité est découverte dans un système d'exploitation, toutes les infrastructures utilisant ce système seront vulnérables.

Comment peut-on garantir que l'hébergeur assure une sécurité optimale aussi bien au niveau de ses installations physiques, de son personnel et des technologies qu'il utilise. La sécurité du Cloud n'est pas un nouveau problème.

Comme énoncé précédemment, une infrastructure Cloud publique suit des normes de sécurité militaire et en général les données sont bien mieux protégées dans un Cloud que sur un site dont la sécurité n'est pas le métier premier.

Les plates-formes dans les nuages mettent à disposition des mécanismes cryptographiques permettant d'assurer soi-même et dans ses propres applications le cryptage de ces données sensibles.

Pour finir, si la sécurité dans les nuages ne convient pas, il sera toujours possible de conserver ces données sur le site de l'entreprise avec ces propres mécanismes de sécurité interne. L'application peut se retrouver sur un Cloud public tandis que les données sont précieusement gardées sur un Cloud privé, on sera donc en présence d'une architecture de type Cloud hybride. L'« Information Security Forum » (ISF) qui regroupe plus de 300 membres dont RSSI et Riskmanager, déclare que 91 % de ses membres estiment que le Computing accroît les menaces de sécurité et ne sont donc pas prêtes à l'adopter. Cela montre, qu'il y a encore beaucoup de progrès à faire pour convaincre de la sécurité du Cloud auprès des entreprises et des organisations.

3.7 LE MARCHÉ DU CLOUD COMPUTING

Comme le prédisait le cabinet Gartner, l'année 2010 fut celle du Cloud Computing et la tendance n'est pas prête de s'inverser. Avec une croissance d'environ 25 %, le marché du Cloud Computing représentait plus de 68 milliards de dollars en 2010 d'après leur étude « Forecast: Public Cloud Services, Worldwide and Regions, Industry Sectors, 2009-2014 », une tendance qui va se poursuivre jusqu'en 2014 où le marché atteindra près de 149 milliards de dollars.

3.7.1 LES ACTEURS DU CLOUD

Ce marché est partagé entre plusieurs acteurs : les éditeurs, les fournisseurs et les « pures players ».

D'après l'étude de Markless International « Approches d'hébergement avec le Cloud Computing & la virtualisation- Référentiel de pratiques », les entreprises interrogées mentionnent avoir recours à plus de 60 prestataires. De plus en plus d'éditeurs portent leurs produits en mode SaaS et les éditeurs SaaS entrent comme « Pure Player ».

3.7.1.1 EDITEURS.

On retrouve ici des éditeurs proposant des solutions Cloud. Un éditeur n'est pas forcément un fournisseur de services, autrement dit son périmètre n'est pas de fournir un service Cloud, mais plutôt de fournir une technologie capable d'héberger une solution Cloud. Cependant la frontière est mince car bon nombre d'éditeurs sont fournisseurs de leurs propres produits.

VMware est un éditeur de produits de virtualisation. Comme beaucoup d'autres éditeurs, VMware s'est lancé depuis 2008 à la conquête du Cloud Computing. Aujourd'hui, il édite des produits pour la couche IaaS comme « vSphere » et « vCloud Director », « vFabric » pour la couche PaaS ou encore Zimbra racheté cette année pour développer ses produits SaaS.

Interrogé lors du VMWorld 2010 à Copenhague, Jean-Pierre Brulard (Vice-président VMware Europe) insiste sur le fait que VMware ne sera jamais un fournisseur de service laissant ainsi la place à d'autres entreprises pour fournir des solutions Cloud basées sur les technologies de VMware au travers du programme « vCloud Datacenter Service ».

Microsoft aussi fournit des produits de Cloud Computing comme « Windows Azure Appliance », dont la sortie est prévue en 2011. « Windows Azure Appliance » est la version produit de Windows Azure que l'on va pouvoir installer directement sur les infrastructures d'une entreprise. Tout comme avec VMware, on retrouvera des clouds « Windows Azure » proposés par différents fournisseurs de services, directement auprès de Microsoft, par des fournisseurs de services tiers ou bien installés sur les infrastructures internes d'une entreprise.

Les éditeurs fournissent donc une technologie de Cloud Computing qui peut être hébergée sur les infrastructures physiques d'une société de services et être proposée comme un Cloud public, ou bien directement installée sur les infrastructures internes d'une entreprise laissant place à un Cloud privé.

3.7.1.2 FOURNISSEURS

Les fournisseurs de services de Cloud Computing sont des hébergeurs tels que l'on a l'habitude de les retrouver depuis plusieurs années sur Internet. Ils mettent à disposition des infrastructures physiques proposant une plate-forme de Cloud.

On peut citer Microsoft avec sa plate-forme d'IaaS, de PaaS et de SaaS au travers de « Windows Azure » et « Office 365 », Google avec son service SaaS « Google App » et son PaaS « Google App Engine ».

On retrouve aussi le géant Amazon avec ses services de IaaS et PaaS comme « Elastic Compute Cloud (EC2) », « Elastic MapReduce » ou encore « Simple Storage Service (S3) ».

A noter aussi que beaucoup d'acteurs provenant des télécoms, très familiers avec le modèle de facturation de services à la demande, comme Orange Business, mettent à disposition leurs infrastructures reposant sur une des solutions Cloud des éditeurs du marché.

3.7.1.3 PURE PLAYER

Enfin les Pures Player, en français les « purs joueurs », qui jouent d'emblée la carte du service en ligne. C'est le cas par exemple de Salesforces créé en 1999 par Marc Benioff qui est considéré comme l'un des pionniers du modèle SaaS. On peut aussi nommer YouSaaS qui propose un bureau virtuel d'applications professionnelles, ou encore « entreprise-facile.com » créé en avril 2007 qui édite des services en ligne pour les entrepreneurs (devis, pour livraison, facture, activités commerciales, tableaux de bord, partage d'informations etc.).

Se pose alors la question du potentiel des « purs players » à supplanter les éditeurs. Comme le rappelle François Tonic dans son livre blanc « Le Cloud Computing » : « lorsque l'on s'attaque frontalement à un géant comme SAP sur des progiciels, difficile d'imaginer un combat équitable. Sur de petits projets ou des projets précis dans une grande entreprise, le pure player à sa place. Mais l'éditeur traditionnel, quand il a vu la menace, a réagi soit en tissant des alliances avec le pure player, soit en commercialisant sa propre solution en ligne ».

Une autre question apparaît quant à la pérennité d'un tel service puisqu'il s'agit la plupart du temps de petites structures récentes d'où la difficulté de garantir que le service existera toujours dans plusieurs années.

3.7.1.4 OPEN SOURCE

On retrouve aussi l'initiative open source dans le Cloud Computing. C'est notamment le cas avec Ubuntu qui propose sa distribution « Ubuntu Enterprise Cloud » mettant à disposition un IaaS pouvant être déployé sur ses propres infrastructures. Il y a aussi des acteurs tels que Novell, Sun, Eucalyptus ou encore avec AppScale.

Pour voir des solutions open source de Cloud Computing ou des notions de Cloud ouvert (Open Cloud), il faut d'abord définir les standards et rendre disponibles des spécifications. Tout comme il était très difficile de définir des standards pour l'interopérabilité du Web services l'« Open Cloud » n'est pas prêt d'exister.

Bien que des initiatives soient prises, que des consortiums soient créés, il faut encore que les grands acteurs puissent définir les normes permettant la migration d'applications d'une plate-forme à une autre. En effet, à ce jour, l'Open Source n'est pas encore au niveau de pouvoir offrir une réelle alternative aux grands acteurs actuels du marché.

Quoi qu'il en soit l'open source ne pourra proposer que des produits de Cloud Computing et ne jamais fournir ce service puisqu'il nécessite d'énormes moyens rien que pour les Datacenters sans poser la question du modèle économique.

3.7.2 PLACE DU CLOUD DANS L'IT D'AUJOURD'HUI ET DE DEMAIN.

D'après une étude IDC, le point d'inflexion du marché où le nombre de machines virtuelles déployées a dépassé le nombre de machines physiques, a été atteint en 2009. En 2010, la croissance estimée est de 28% et la tendance ne fait que s'accélérer : en 2013 le nombre de nouvelles machines virtuelles devrait atteindre 15 millions contre 8 millions de nouvelles machines physiques.

D'après l'étude de Markess International, 12 % des entreprises sondées déclarent avoir recours au Cloud Computing et ce pourcentage devrait grimper à 35 % à l'horizon 2012. Parmi ces entreprises, on retrouve deux extrêmes : celles de plus de 2000 salariés et celles de moins de 50 salariés.

Les grands comptes ont démarré avec des applications métiers pour la gestion des ressources humaines ou pour la facilité de mise en place des achats. Aujourd'hui la tendance s'élargit avec des solutions dédiées, à

la sauvegarde à la messagerie, à la collaboration ou encore à la bureautique et dépasse la notion SaaS avec l'émergence des solutions PaaS et IaaS.

Après quelques années d'expérience, les entreprises qui ont recouru au Cloud Computing commencent à quantifier les bénéfices liés à leur choix. Le temps de déploiement d'outil de type CRM est considérable, il passe de neuf à un mois en moyenne pour les entreprises sondées par Markess International. Autre critère quantifiable et non négligeable, la diminution des investissements nécessaires pour la mise en place de nouvelles solutions grâce à la réduction des délais, la disponibilité immédiate des services et les dépenses évitées en termes de matériel.

Au cours des cinq prochaines années, les entreprises devraient investir quelques 112 milliards de dollars dans le SaaS, le PaaS et l'IaaS. Les turbulences financières de ces deux dernières années les poussent à scruter les dépenses ; dès lors le Cloud Computing apparaît comme adéquat puisqu'il offre des fonctionnalités à moindre coût et avec plus d'agilité. Avec la crise la tendance à externaliser l'hébergement devrait s'accélérer : 62 % des entreprises interrogées accusent un budget en baisse, un Cloud représente alors l'opportunité de réduire les coûts tout en accroissant l'efficacité des systèmes d'informations.

Entre 2009, le marché du Cloud Computing était essentiellement dominé par l'Amérique du Nord et l'Europe. Mais la croissance économique des autres zones géographiques devraient rétablir cette tendance : le marché américain devrait passer de 60 % en 2009 à 50 % en 2014, le Japon quant à lui devrait représenter 12 % de ce marché dans cinq ans.

Pour rappel le marché du Cloud Computing devrait atteindre plus de 68 milliards de dollars en 2012, soit une hausse de 16 % par rapport aux 56 milliards de dollars générés en 2009. Gartner ayant estimé que cette tendance devrait se poursuivre jusqu'en 2014 où le marché devrait représenter près de 149 milliards de dollars.

3.8 LE PRIX DU CLOUD.

La tarification du Cloud Computing est un sujet assez complexe à cause de la difficulté pour comparer les différentes offres.

Il est par exemple très compliqué de pouvoir comparer une offre Amazon EC2 avec Windows Azure. Bien que ces deux services facturent à l'heure de calcul, nous pouvons nous demander quelles sont les puissances des instances hébergeant mon application (processeur, mémoire, accès disque etc.). De plus, une heure de calcul sur un Quad-Core 2Ghz n'aura pas la même valeur que sur un Mono-Core 1Ghz.

On parlera de type d'instances pour définir ses capacités techniques.

En général la tarification Cloud comprend :

- ✓ Le temps de calcul, en général à l'heure
- ✓ la quantité de stockage mesuré en Gigaoctet
- ✓ le nombre de transactions représentant le nombre d'accès aux services de stockage
- ✓ la bande passante en entrée comme en sortie

Bien entendu, le prix évoluera en fonction du nombre d'instances demandées et de leur type (Small, Large, Extra-Large, etc.).

Au-delà de ces chiffres, il faut tenir compte du niveau de qualité offert et des différentes fonctionnalités proposées. Chez Amazon, par exemple, la répartition des charges (load-balancing) entre les différentes instances n'est pas comprise dans le prix standard, c'est une option entraînant un coût supplémentaire alors que ce n'est pas le cas sur Windows Azure.

Les fournisseurs proposent aussi des forfaits incluant un certain quota d'utilisation des ressources. Tout comme avec la téléphonie mobile, il est possible de souscrire un contrat définissant la consommation mensuelle, tout dépassement pouvant être facturé à la carte comme du hors-forfait.

Il faut aussi prendre garde aux coûts cachés de ces solutions. Tout d'abord, la dimension du prix comme cité précédemment, sur un site Web, le stockage des images, laquelle sera la plus impactante : l'espace de stockage, le nombre de transactions ou la bande passante ? Concernant la bande passante, que se passe-t-il si vous êtes sujets à une attaque de type DDoS ? Ce trafic non voulu entraînera une facturation conséquente.

Pour des applications de type SaaS ou même certains services PaaS, on trouvera généralement un paiement par utilisateur ou par unité, en fonction du niveau de service attendu (différentes offres plus ou moins complètes).

Par exemple sur « Office 365 », le package complet est facturé environ huit euros par mois par utilisateur. A lui seul, le service de messagerie Exchange Online est facturé environ quatre euros sous les mêmes conditions. S'ajouteront à cela tout dépassement des quotas de stockage pour l'utilisateur, facturés au Gigaoctet supplémentaire (de base chaque utilisateur dispose de 25 giga-octets).

Pour un service de type PaaS comme SQL Azure, le prix dépend de l'édition entre la version Web (pour des bases de données de 1 à 5 giga-octets) et la version business (de 10 à 50 giga-octets). Le prix passera de 9 à près de 500 dollars. S'ajouteront à cela la consommation de la bande passante en entrée et en sortie de la base de données (0.10 et 0.15 dollars par giga-octets et par mois pour respectivement la consommation en entrée et en sortie).

Comme ces deux exemples le révèlent, l'estimation avec des prix unitaires est relativement facile (nombre d'utilisateurs, nombre de base de données, nombre d'espaces de stockage), la difficulté se porte donc sur des critères difficilement estimables comme la bande passante ou le nombre de transactions à un espace de stockage. De même, il est parfois très difficile d'estimer le succès d'une application, par exemple la création d'un jeu pour les réseaux sociaux par une start-up.

Pour des applications existantes devant être migrées sous Windows Azure, Wygwam, Bureau d'Expertise Technologique, a développé un outil permettant de sonder l'utilisation de serveurs Microsoft Windows afin de comparer leur utilisation avec le coût engendré sur le Cloud Computing de Windows Azure. D'ailleurs, j'ai participé à la conception de cet outil, prochainement lancé par Microsoft France sous le nom « Wygwam Windows Azure Calculator ».

4. LE CLOUD COMPUTING DES DIFFERENTS ACTEURS.

Il serait bien trop conséquent d'analyser tous les acteurs du Cloud Computing présents sur le marché actuel. Dans cette partie, nous survolerons les différentes solutions apportées par les principaux acteurs: Salesforce.com, Amazon, Google, VMware et Microsoft.

Lors de ces dernières années, je me suis déplacé sur différents événements autour du marché du Cloud Computing, en tant que journaliste pour Cloud-Magazine.fr. En Mars 2009, j'ai pu suivre les débuts de Windows Azure lors du « Mix de Las Vegas » organisé par Microsoft. Fin 2009, j'ai couvert le salon Dreamforce organisé par Salesforce.com à San Francisco et en octobre 2010 le VMWorld, événement de VMWare à Copenhague. Cela m'a permis de me forger une idée plus claire concernant les stratégies des différents acteurs autour du Cloud Computing.

4.1 SALESFORCE.COM

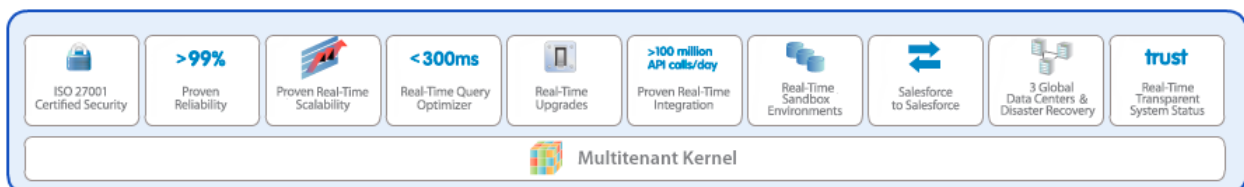
Salesforce.com est une société créée en 1999 par Marc Benioff. Elle est devenue l'une des pionnières du modèle SaaS notamment grâce à son outil historique de CRM intitulé Salesforce.

Depuis maintenant 10 ans, Salesforce.com n'a cessé de se développer. Ainsi, il y a déjà quelques années, la plateforme de Cloud Computing utilisé pour l'hébergement de leur site web a été séparé sous le nom « Force.com ». Via cela, les développeurs pouvaient profiter des avantages du Cloud pour l'hébergement de leurs applications.

En 2005, Salesforce.com annonçait AppExchange, un catalogue des services développés pour Salesforce par des tierces parties. En 2006 été lancé Apex un langage propriétaire proche de la syntaxe de C#/Java pour le développement sur la plateforme Force.com. En 2007, Visualforce un langage XML pour décrire des interfaces utilisateur en HTML, AJAX ou Flex et en 2008, Sites permettant de conclure l'offre de la plateforme Force.com en offrant la possibilité d'héberger son site avec gestion des noms de domaine.

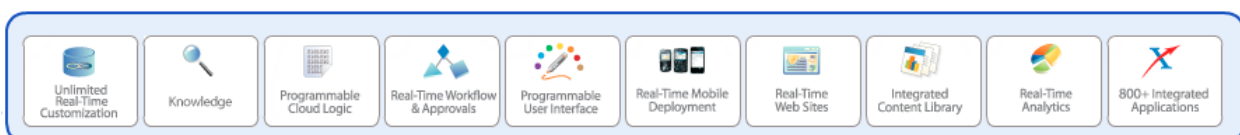
4.1.1 UNE INFRASTRUCTURE LAAS : FORCE.COM

Salesforce.com met à disposition une infrastructure (IaaS) nommée « Force.com » offrant un environnement à haute disponibilité (plus de 99,9% avec des temps de réponse de moins de 300 m/s par requête) et hautement sécurisé (certification ISO 27001), le tout basé sur un kernel « multi tenant » propriétaire.



4.1.2 UNE PLATEFORME PAAS : FORCE.COM

Toujours autour de « Force.com », la plateforme de développement (PaaS) propose au développeur plusieurs services comme le stockage des données, l'hébergement de Workflows, la conception d'interface utilisateur (VisualForce), etc. ; le tout basé sur un langage propriétaire qu'est Apex.



4.1.3 DES APPLICATIONS SAAS : SALESFORCE.COM

Enfin on retrouve les applications Salesforce.com (SaaS) avec notamment :

- ✓ Service Cloud 2 : mettant à disposition une base de connaissances, un service de mail et de chat, un portail pour les clients, communautés et partenaires intégrant la recherche et le référencement Google mais aussi les réseaux sociaux comme Facebook ou Twitter afin de diffuser l'information et de centraliser les questions/réponses.
- ✓ Sales Cloud 2 : l'historique outil de CRM mettant à disposition la gestion des comptes et contacts clients avec plusieurs nouveautés comme la gestion des opportunités, l'interaction avec Outlook (emails et calendriers), « Genius » pour identifier les compétences des employés et aider à sélectionner la personne la plus à même de répondre à un besoin spécifique, le « Content Library » un outil de GED intégré permettant d'indexer, visualiser et éditer des documents et cela accessible aussi sur mobile ou via des API, des nouveaux outils d'analyse pour la génération de rapports et de graphiques mais aussi l'intégration du réseau social Twitter pour suivre les tendances.

4.2 LE CLOUD AMAZON AWS.

Amazon, au travers d' « Amazon Web Services » (AWS) met à disposition un Cloud public depuis 2006. Au départ, il s'agissait de rentabiliser leurs énormes infrastructures en place pour absorber les pics de charge lors des fêtes de Noël sur leur boutique en ligne. Aujourd'hui, Amazon propose un service d'IaaS avec « EC2 » (Elastic Compute Cloud) et différents PaaS liés ou non à leur boutique.

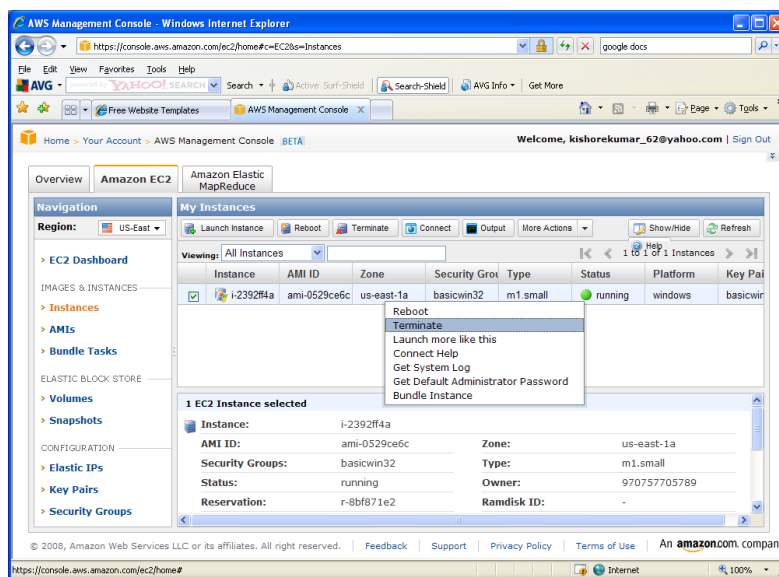
4.2.1 UN IAAS AVEC EC2

« Elastic Compute Cloud » ou EC2, est un Cloud public basé sur les produits de virtualisation XEN et qui permet l'hébergement de machines virtuelles nommées « instances ». On y trouve 10 types d'instances allant de la « Micro Instance » à la « Cluster Compute Quadruple Extra Large », termes correspondants à leurs capacités techniques (puissance de calcul, mémoire vive, mémoire interne, etc.).

Amazon met à disposition un catalogue de machines virtuelles prêtes à l'emploi, nommées les « Amazon Machine Images » (AMI), et parmi lesquelles nous trouvons Red Hat Enterprise Linux, Windows Server 2003/2008, Oracle Enterprise Linux, OpenSolaris, Amazon Linux AMI, Ubuntu Linux, Fedora, Gentoo Linux, Debian ou encore SUSE Linux Enterprise. Les AMIs peuvent également contenir des versions pré-

packagées avec la couche middleware déjà installée comme IBM DB2, MS SQL Server, MySQL ou Oracle 11g, Apache ou IIS, etc.

Il existe des API permettant de configurer et de superviser les ressources EC2 depuis des logiciels de management tiers ou bien directement depuis la console de management Web d'Amazon : la « AWS Management Console ».



Une fois l'AMI sélectionné dans le catalogue ou créé manuellement, il suffira de configurer la sécurité et l'accès réseau de l'instance EC2 puis de la démarrer. D'autres « options » peuvent être sélectionnées notamment pour ajouter du stockage (Elastic Block Store), activer la géolocalisation de ces instances (Multiple Locations), activer le dimensionnement automatique (ajout ou suppression d'instances) en fonction de règle à définir (Auto Scaling) ou encore activer la répartition de charge entre plusieurs instances (Elastic Load Balancing).

La facturation dépendra du type d'instance (de 0,02\$/heure pour la micro instance à 2,48\$/heure pour la « High-Memory Quadruple Extra Large » sur Windows). S'ajouteront à cela les options sélectionnées et la consommation de la bande passante (0,10\$/go en entrée et de 0,08 à 0,19\$/go pour le trafic en sortie en fonction de différents paliers sachant le 1er giga-octet de chaque mois est gratuit).

4.2.2 DES SERVICES PAAS

Amazon propose aussi des services de type PaaS afin de fournir du stockage avec « Simple Storage Service » (S3), un bus applicatif avec « Simple Queue Service » (SQS), des services d'authentification, de bases de données ou encore des services liés à leur boutique en ligne.

S3 est un service Web de stockage en ligne, accessible au travers d'API standard (protocole REST et SOAP) mettant à disposition un stockage de fichiers illimités. Couplé avec le « Cloud Front », il devient possible de synchroniser les contenus stockés sur S3 sur différents CDN (Content Delivery Network).

SQS est un bus applicatif accessible au travers d'un service Web basé sur les protocoles standards d'Internet. Il permet l'échange de messages entre différents systèmes tout en assurant leur fiabilité, leur disponibilité et leur persistance.

Il existe aussi des services comme « Amazon Relational Database Service » (RDS) et mettant à disposition des bases de données relationnelles basées sur MySQL ou encore « SimpleDB » un service de stockage de flux (table d'entité non relationnelle) accessible au travers d'un service Web REST ou SOAP.

4.3 LE CLOUD DE GOOGLE.

En 2008, Google a lancé son Cloud public orienté pour les services Web offrant une plate-forme (PaaS) nommée « Google App Engine » et permettant l'hébergement d'applications Python ou Java, ainsi que des applications SaaS regroupées dans la gamme « Google App ».

4.3.1 LE PAAS : GOOGLE APP ENGINE

La plate-forme « Google App Engine » met à disposition sur les Clusters de serveurs de Google appelés des « Sandbox » et dans lesquelles pourront s'exécuter des applications Java ou Python.

Ces sandbox sont réparties sur plusieurs nœuds de serveurs en fonction de la charge. L'écriture de fichiers, la création de sockets ou encore la création de ce thread n'est pas permise. De plus, les processus tournant plus de 10 secondes sont automatiquement coupés.

Il sera possible d'exécuter des applications Java incluant la JVM, les servlets Java et le langage de programmation Java (mais pas de support de J2EE). La plate-forme propose également l'environnement d'exécution python de Google.

La plateforme inclut aussi des services fournis sous forme d'API permettant d'envoyer des mails, de manipuler des images, d'utiliser les comptes de Google pour les identifications au sein d'une application, de communiquer au travers du protocole XMPP, etc.

Un service de base de données est également présent sous le nom de produit « Datastore ». Ce dernier est basé sur la technologie propriétaire BigTable et utilise le langage GQL (dérivé de SQL) pour la manipulation des données. Cela permet la mise à disposition d'un système de base de données performant, distribuant les informations via un moteur de recherche et une gestion des transactions.

Les offres actuelles proposent gratuitement des quotas conséquents (plusieurs millions de requêtes par mois) ; néanmoins ce Cloud ne garantit aucune SLA, seulement un forum public pour le support.

4.3.2 LE SAAS : GOOGLE APP

Google met à disposition plusieurs applications SaaS personnalisables par le client. Il est possible de le faire fonctionner sur son propre nom de domaine et de personnaliser l'affichage graphique aux couleurs de son entreprise par exemple.

Cette offre inclut un service de messagerie identique à Gmail mettant à disposition 25 Gb d'espace de stockage par utilisateur, une application d'agenda permettant de collaborer efficacement grâce au service « Google Agenda ».

On y trouve aussi « Google Document », une suite bureautique Web permettant le stockage et l'édition de documents, de feuilles de calcul, de schémas ou de présentations.

Dans cette offre, « Google Sites » met à disposition un CMS à la demande pouvant concevoir des sites Web d'équipe sans aucun développement, ou encore « Google Vidéos » pour l'hébergement d'un Web TV privé.

Différentes éditions sont proposées : l'édition standard (gratuite) avec la même quantité de stockage qu'un compte Gmail et l'édition Premium, disponible pour 40 € par an par utilisateur et mettant à disposition un

espace de stockage de 25 Go par utilisateur, permet l'interopérabilité avec un BlackBerry ou le client Outlook mais aussi propose une garantie de disponibilité (contrat SLA) de 99,9 % et d'une assistante 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.

4.4 LE CLOUD DE VMWARE

VMware est une entreprise filiale d'EMC créée en 1998 à Palo Alto. Pendant plus de 10 ans, elle a conçu différents produits liés à la virtualisation. En 1999 apparaissait la première version de VMware Workstation, un logiciel client permettant la virtualisation de machines virtuelles. D'autres éditions comme la gamme ESX ou Server (anciennement GSX) proposent des solutions de virtualisation pour les serveurs.

Depuis 2008, VMware n'a cessé d'investir dans le marché du Computing, en rachetant différentes entreprises comme Zimbra (application SaaS de collaboration) ou SpringSource pour son offre PaaS avec vFabric.

4.4.1 DES PRODUITS IAAS

Fort de son expérience sur la virtualisation, VMware propose aujourd'hui le produit « vSphere », un « Cloud OS » basé sur les hyperviseurs de la gamme ESX/ESXi.

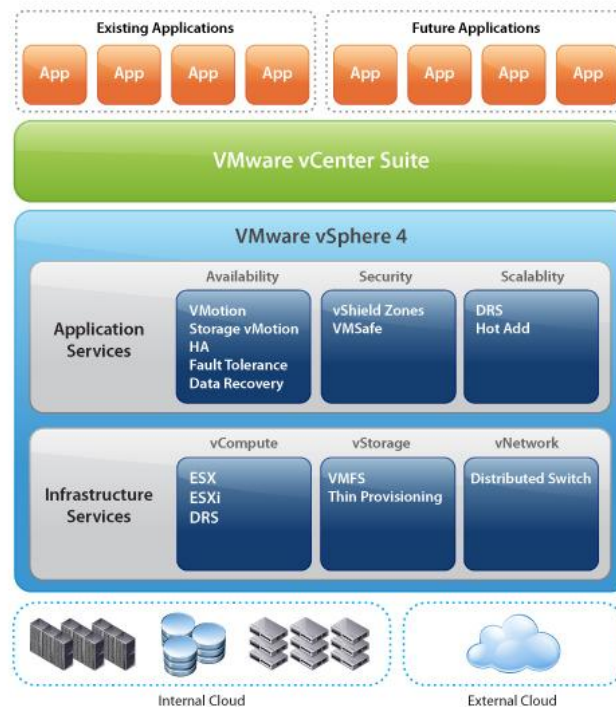
vSphere met à disposition une couche infrastructure proposant du calcul (vCompute), du stockage (vStorage) et du réseau (vNetwork). Plus concrètement, vSphere va permettre de créer des clusters d'hyperviseurs ESX/ESXi sur lesquels seront actualisées des machines virtuelles.

Différents services inclus dans vSphere permettront de migrer à chaud des machines virtuelles d'un hyperviseur à un autre (VMotion), de migrer toujours à chaud les sources de stockage des machines virtuelles d'un stockage à un autre (Storage vMotion), d'assurer le redémarrage d'une machine virtuelle sur un autre superviseur en cas de panne (HA).

Il est aussi possible grâce à « Fault Tolerance » d'exécuter en parallèle une même machine virtuelle sur plusieurs hyperviseurs. Seule une instance définie comme principale pourra écrire sur les sorties (disques, réseau, etc.). En cas de panne, le basculement vers un hyperviseur sera effectif en moins d'une seconde, permettant ainsi de garantir une disponibilité maximale.

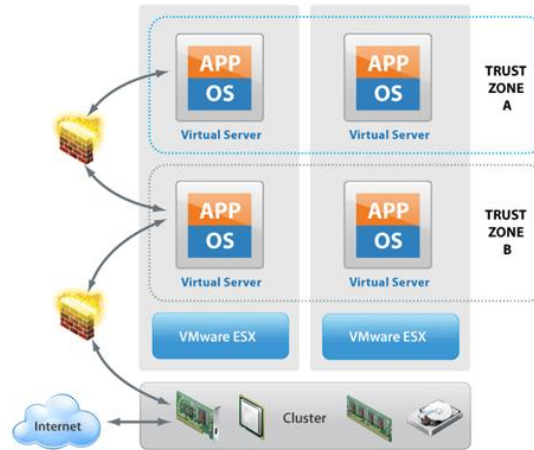
À noter aussi, la technologie DRS pour « Distributed Resource Scheduler » qui permet, en utilisant les technologies de migrations à chaud vMotion, de répartir les machines virtuelles sur les différents hyperviseurs ESX/ESXi en fonction de la charge. Couplé à la technologie DPM (Distributed Power Management), il est même possible d'arrêter ou de redémarrer automatiquement les serveurs ESX en fonction de la charge.

vSphere permet de bénéficier d'une infrastructure de virtualisation très agile qui s'adapte et se répartit en fonction des ressources physiques.



Sur couche à vSphere, le produit « vCloud Director » annonçait lors du VMWorld en septembre 2010, et plus connu sous le nom de projet « Redwood », concrétise l'offre IaaS de VMware.

vCloud Director introduit la notion de « vApp » qui définit une application virtuelle dans sa globalité, c'est-à-dire composée de ces différents serveurs et de son propre réseau. Par exemple, une application d'e-commerce, composée de plusieurs serveurs Web et d'un serveur de base de données, peut être packagée dans une vApp. Les machines virtuelles de la vApp seront connectées sur un réseau virtuel interne et l'on définira les différents ports accessibles à l'extérieur de la vApp (tout comme on ouvre les ports sur un firewall).



Ce packaging permet tout d'abord de créer des modèles permettant de remonter de manière automatique des infrastructures complètes et déjà configurées.

vCloud Director propose ensuite, sous forme de service, un catalogue de vApp prêt à l'emploi : à partir d'un portail d'administration Web, un utilisateur peut choisir l'infrastructure virtuelle qu'il souhaite monter.

D'autres produits viennent accompagner vCloud Director, comme par exemple LifeCycle qui permet de gérer le cycle de vie de l'approbation de la demande jusqu'à la gestion des licences, Chargeback proposant un outil de facturation par la surveillance des temps de calcul et stockage utilisés, etc.

Les vApps reposent sur le format OVF (Open Virtualization Format), ce qui permet de pouvoir migrer des vApps d'un vCloud à une autre.

Bien entendu VMware n'est pas à proprement dit un fournisseur de services, il s'arrête à éditer des solutions Cloud Computing.

Il sera alors possible d'utiliser les technologies de Cloud Computing de VMware sur ses propres installations physiques, créant ainsi son propre Cloud privé.

On retrouvera aussi les technologies de VMware au travers de fournisseurs de services tels que Verizon, Terremark, Colt ou prochainement Orange Entreprises qui proposera cette technologie sur les infrastructures physiques (Cloud public).

4.4.2 UNE PLATEFORME PAAS

La plateforme PaaS de VMware s'est construite après le rachat en 2008 de SpringSource. Aujourd'hui VMware commercialise sa gamme « vFabric » dans laquelle on retrouve :

- ✓ Tc Server : une plateforme offrant l'hébergement d'applications Spring, Grail et Java basée sur Tomcat. Cela permet aux développeurs de déployer très facilement leurs applications en laissant la plate-forme répartir la charge.
- ✓ Hyperic : une solution de gestion et de surveillance d'applications sur des infrastructures physiques, virtuelles ou Cloud.
- ✓ Gemfire : une plate-forme de gestion de données fournissant un accès en temps réel des données réparties dans le monde, ce qui accélère la performance éliminée goulot d'étranglement
- ✓ Enterprise Ready Server (ERS) : une version entreprise du serveur Web Apache qui distribue et balance automatiquement la charge pour assurer les performances des applications
- ✓ RabbitMQ : un service de messagerie de type bus applicatif permettant la communication de plusieurs applications internes ou externes.

La plate-forme PaaS vFabric peut être utilisée sur une infrastructure VMware (vSphere ou vCloud), ou sur une infrastructure partenaire comme celle de Salesforce.com (qui a donné naissance par la suite à VMForce), ou prochainement celle de Google qui a annoncé proposer vFabric au sein de Google App Engine.

4.4.3 LE SAAS DE VMWARE

Sur le marché SaaS, VMware a racheté Zimbra à Yahoo en janvier 2010, une application Web collaboratif qui permet de bénéficier d'une boîte aux lettres, de stocker, organiser et partager des documents, des liens, des contacts et des agendas.

Zimbra comptabilise déjà plus de 55 millions de boîtes aux lettres avec une croissance de 86 % en 2009. VMware a annoncé vouloir délivrer Zimbra dans son catalogue de vApp dans sa stratégie vCloud.

4.5 LE CLOUD DE MICROSOFT

Lors de la PDC de Novembre 2008, Microsoft annonçait l'arrivée de sa propre solution de Cloud Computing nommée Windows Azure. Cette dernière a été rendue commerciale en janvier 2010 et ne cesse de se développer au regard des annonces faites par Microsoft lors de la PDC du 28 octobre 2010.

La plate-forme Windows Azure propose depuis peu une véritable infrastructure IaaS avec la notion de « vmRole » mais aussi une plate-forme PaaS permettant l'hébergement d'applications .NET ou non, le stockage, des bases de données etc.

Le Cloud de Microsoft s'est aussi des applications SaaS de la gamme Live et Online Service.

4.5.1 LA PLATEFORMA SAAS : LIVE ET OFFICE 365

Depuis des années Microsoft propose dans sa gamme de services « Live », des applications à la demande. Parmi eux « Windows Live Hotmail » un service de messagerie, « Windows Live SkyDrive » pour l'hébergement et le partage de documents ou encore le service « Live @ Edu » une offre à destination des structures éducatives (écolé, université, etc.) mettant à disposition les services « Outlook Live » (solution de messagerie), SkyDrive et Messenger aux couleurs de l'école.

La gamme Live proposée par Microsoft vise le grand public ou les structures éducatives (bien que bientôt remplacé par « Office 365 @ Edu »).

Anciennement nommé « Microsoft Business Productivity Online Standard » (BPOS), Microsoft a annoncé le 20 octobre sa nouvelle génération d'applications SaaS groupées dans l'offre « Office 365 ».

Office 365 met à disposition les versions 2010 des services SharePoint Online, Exchange Online, Lync Online, Office Web Apps (suite bureautique en mode Web) ainsi que le produit Office Professionnel Plus 2010 pour chaque licence utilisateur.

Cela permet à une entreprise de pouvoir bénéficier d'une solution de messagerie à la demande basée sur Exchange, une plate-forme de collaboration fondée sur SharePoint, une plate-forme de communication (anciennement Communicator) reposant sur le nouveau produit Lync.

Plusieurs éditions seront proposées :

- ✓ pour les entreprises de moins de 25 salariés, l'offre complète sera de 5,25 euros par mois pour chaque utilisateur,
- ✓ pour celles de plus de 25 salariés, le prix variera de 1,75 euros (pour le service de messagerie Exchange Online seul) à 9 euros pour l'ensemble de la suite.

4.5.2 LA PLATEFORME PAAS: WINDOWS AZURE PLATFORM

La plate-forme PaaS Windows Azure Platform met à disposition plusieurs briques : Windows Azure, SQL Azure et AppFabric.

Windows Azure est un Cloud OS permettant l'hébergement d'applications sur une plateforme Windows basée sur la technologie de virtualisation Hyper-V.

La brique Windows Azure met à disposition un service de « Compute », dans lequel il est possible d'exécuter des applications. On retrouvera la notion « Web Role » permettant l'exécution d'applications de type Web basées sur un serveur IIS (ASP.NET, PHP, Ruby, Java, etc.) ou la notion « worker role » permettant d'héberger n'importe quel type d'application.



Tout service hébergé sur Windows Azure se compose d'un ou plusieurs rôles, chacun pouvant avoir une ou plusieurs instances. Windows Azure répartit automatiquement la charge entre les différentes instances d'un rôle.

Les services de stockage (Azure Storage) mettent à disposition au travers d'API standards (http/rest) :

- ✓ un service de stockage de fichiers (Azure Blobs)
- ✓ un service de stockage de données semi-structurées (Azure Tables)
- ✓ un service de file d'attente (Azure Queue).

Le fait que ces services de stockage soient accessibles au travers d'API standard les rend utilisables depuis n'importe quelle application qu'elle soit ou non dans le Cloud. D'ailleurs, des projets de librairie Open Source en PHP ou Java sont mis à disposition sur Internet et permettent d'intégrer les services de stockage de Windows Azure au sein d'applications PHP ou Java.

Pour le développement, Microsoft met à disposition un SDK permettant d'émuler les services de Windows Azure (les services de stockage ainsi que le service d'hébergement des web et worker roles). Cela permet de développer en local sans être obligatoirement connecté à Internet, dans un environnement de développement Visual Studio.

La plateforme PaaS Windows Azure met aussi à disposition le service SQL Azure, un service de bases de données relationnelles, basé sur le produit serveur « Microsoft SQL Server ». Depuis une simple interface d'administration, il est possible de créer, de manière instantanée, une base de données SQL Server sur une infrastructure fiable et garantissant une disponibilité de plus de 99,95 %.

Enfin le PaaS Windows Azure, propose au travers de sa brique « AppFabric », un service de bus applicatif (ServiceBus) ou encore un service de contrôle d'accès (compatible avec différents fournisseurs d'identité comme Google Account, OpenID, LiveID, Active Directory, etc.).

4.5.3 UNE INFRASTRUCTURE IAAS

En plus de la notion de « Web Role » et de « Worker Role », la nouvelle version de Windows permet l'hébergement de « vm role », une machine virtuelle dans laquelle il est possible de déployer ce que l'on souhaite. Grâce à ce rôle, la plate-forme Windows Azure devient une véritable infrastructure à la demande (IaaS).

4.5.4 UN CLOUD PRIVE : WINDOWS AZURE APPLIANCE

Annoncé en 2010, Windows Azure sera proposée courant 2011 sous forme d'un produit nommé « Windows Azure Appliance ». Cela permettra aux entreprises de créer leur propre Cloud privé sur la base de la technologie Windows Azure sur leurs propres infrastructures physiques.

Il deviendra possible de migrer des applications d'un Cloud privé vers un Cloud public, fourni ou non par Microsoft. Avec Windows Azure Appliance, des entreprises spécialisées dans l'hébergement pourront proposer à leurs clients une solution de Cloud Computing basée sur la technologie Windows Azure).

5. QUEL CLOUD CHOISIR.

Le choix d'une solution de Cloud Computing n'est pas une chose facile. Il faut définir les besoins avant de chercher une solution mais aussi comparer une solution classique à une solution Cloud suivant différents critères :

- ✓ les délais de mise en place,
- ✓ les choix technologiques,
- ✓ le prix,
- ✓ la qualité de service attendu
- ✓ etc.

5.1 CHOISIR C'EST S'ENFERMER

Quoi qu'il en soit, une solution de Cloud Computing implique une technologie, une méthode, des fonctions ou des API.

Comme il était question sur le chapitre sur l'interopérabilité, il n'est pas simple de revenir en arrière en migrant des applications ou des données d'un Cloud à un autre, public ou privé.

Choisir c'est renoncer, dès lors, ce n'est pas simple et ça n'a rien de trivial. Il faut opter pour la solution la plus adaptée.

5.1.1 EN FONCTION DES PREREQUIS / TECHNO OU FONCTIONNALITE

Le choix de Cloud Computing sera en fonction du besoin de l'utilisateur ou d'une organisation.

Le choix d'une application type SaaS s'évaluera selon les fonctionnalités proposées par les différents fournisseurs. Par exemple, une entreprise souhaitant collaborer au travers d'un client Outlook considérera Office 365 comme la meilleure solution en comparaison à l'alternative Gmail proposée par Google.

Il en va de même avec les infrastructures (IaaS) ou les plates-formes (PaaS). Une entreprise développant une application Web ASP.NET préconisera Windows Azure comme la plate-forme la plus adaptée pour un

hébergement de ce type. Cependant, une société voulant déployer des architectures complexes composées de plusieurs serveurs, aura plutôt tendance à partir sur la notion vApps proposés par « vCloud Director » de VMware.

5.1.2 CLOUD PRIVE OU CLOUD PUBLIC ?

Pour les solutions de type IaaS ou PaaS, le consommateur devra choisir de l'héberger ou non sur ses propres infrastructures.

Comme il était question plus haut, bien qu'il apporte une maîtrise complète du cycle de vie des applications, le Cloud privé impose à l'entreprise des investissements considérables en termes de matériel, de déploiement et d'exploitation de son propre Cloud.

5.1.3 TARIFS

Dans le choix d'une technologie de Cloud Computing, l'aspect financier a évidemment un rôle crucial.

Comme il était question dans le chapitre sur le prix du Computing, ce dernier est difficilement estimable et donc comparable d'un fournisseur à l'autre.

5.1.4 PERENNITE DU SERVICE

Il faudra faire confiance à un éditeur ou à un fournisseur dont la situation économique et l'expérience ne sont plus à prouver, plutôt qu'à un « Pure Player » fraîchement arrivé sur le marché.

6. CONCLUSION

De l'informatique utilitaire des années 60, au service bureau des années 70, tout en passant par l'émergence d'Internet et des avancées de virtualisation, le Cloud Computing comme les chiffres nous le confirme, est promis à un bel avenir.

Il reste encore beaucoup à faire notamment concernant la sécurité ou l'interopérabilité, mais aussi la mise en place de normes et de standards, qui permettront, comme c'était le cas lors du développement d'Internet, de constituer un ensemble de systèmes hétérogènes.

Comme pour toute nouveauté technologique, il faut attendre les réelles expériences des entreprises pour pouvoir mesurer le retour sur investissement de ces solutions et rassurer les plus réfractaires aux innovations et par là même les pousser à y adhérer.

À la question, « le Cloud Computing, réelle révolution ou simple évolution ? », nous pouvons conclure sur le fait qu'il s'agit d'une simple évolution de nos idées et de la vision de l'informatique d'aujourd'hui, mais une réelle révolution dans ses usages futures.

7. BIBLIOGRAPHIE

7.1 OUVRAGES

- ✓ Livre blanc « Cloud Computing et confidentialité » Microsoft, Novembre 2009
- ✓ Livre blanc « La protection de la vie privée à l'ère du Cloud Computing - Le point de vue de Microsoft », Microsoft, Novembre 2009
- ✓ Livre blanc « Windows Azure™ Security Overview » par Charlie Kaufman et Ramanathan Venkatapathy
- ✓ Livre blanc « Le Cloud en toute confiance » Septembre 2010
- ✓ Regards sur le numérique, hors-série, « Le Cloud Computing, qu'est que ça va changer »
- ✓ Syntec Informatique, « Le livre blanc du Cloud Computing »
- ✓ Livre blanc de François Tonic « Cloud Computing » Septembre 2009
- ✓ Cloud Computing & SaaS de Guillaume Plouin, éditions Dunod, mars 2009.

7.2 ARTICLES INTERNET

- ✓ Informatique utilitaire de John McCarthy :
<http://computinginthecloud.wordpress.com/2008/09/25/utility-cloud-computingflashback-to-1961-prof-john-mccarthy/>
- ✓ Amazon voit le Cloud privé comme une arnaque :
<http://www.zdnet.fr/blogs/cloud-news/amazon-voit-le-cloud-privé-comme-une-arnaque-39755491.htm>
- ✓ Le Cloud Computing prend la tête des investissements :
<http://www.zdnet.fr/actualites/le-cloud-computing-place-en-tete-des-investissements-a-realiser-en-2010-selon-gartner-39709836.htm>

- ✓ Le Cloud Computing bascule l'informatique :
http://www.lemonde.fr/technologies/article/2009/08/24/le-cloud-computing-bouscule-l-informatique_1231357_651865.html
- ✓ Livres blancs Microsoft sur Windows Azure :
<http://www.microsoft.com/windowsazure/whitepapers/default.aspx>
- ✓ Etude du Cloud Computing en France :
<http://www.sfrdeveloppement.fr/index.php?post/2009/11/02/Place-du-Cloud-Computing-en-France>
- ✓ Livre blanc Microsoft sur la sécurité du Cloud :
<http://www.microsoft.com/france/securite/guides-conseils/cloud.aspx>
- ✓ Interview de Richard Stallman contre le Cloud Computing :
<http://www.guardian.co.uk/technology/2008/sep/29/cloud.computing.richard.stallman>
- ✓ Etude de Gartner :
<http://www.reseaux-telecoms.net/actualites/lire-coup-de-projecteur-sur-le-cloud-computing-par-le-gartner-19798.html>
- ✓ Etude sur le Cloud Computing en France :
<http://www.journaldunet.com/solutions/systemes-reseaux/marche-francais-du-cloud-computing-2009-2011.shtml>
- ✓ Les aspects juridiques du Cloud :
http://www.mascre-heguy.com/htm/fr/conseils/conseil_cloud_computing_aspects_juridiques.html
- ✓ Les dangers de l'interopérabilité du Cloud :
<http://www.antoinebenkemoun.fr/2010/03/dangers-du-cloud-computing-linteroperabilite/>
- ✓ Etude du marché du Cloud Computing :
<http://www.silicon.fr/le-cloud-computing-mode-ou-tendance-lourde-40238.html>
- ✓ Etude du marché du Cloud Computing :
<http://www.silicon.fr/cloud-computing-un-marche-a-149-milliards-de-dollars-en-2014-40946.html>

- ✓ Etude du marché du Cloud Computing :
<http://www.commentcamarche.net/news/5850141-la-virtualisation-et-le-cloud-bouleversent-le-monde-de-l-hebergement>
- ✓ Etude du marché du Cloud :
<http://www.ethantang.fr/2009/10/1378-le-cloud-computing-sera-la-tendance-technologique-en-2010/>
- ✓ Vision d'Intel du Cloud :
<http://www.channelnews.fr/actu-societes/fournisseurs/8040-le-cloud-de-2015-version-intel-.html>
- ✓ La sécurité du Cloud vu par les DSI :
<http://pro.01net.com/editorial/503206/les-dsi-sinterrogent-sur-la-securite-du-cloud-computing/>
- ✓ Interopérabilité du Cloud :
<http://www.journaldunet.com/solutions/dsi/standardisation-du-cloud-computing.shtml>
- ✓ Les coûts cachés du Cloud :
<http://davidpallmann.blogspot.com/2010/08/hidden-costs-in-cloud-part-1-driving.html>
- ✓ Etude sur le ROI :
<http://www.responcia.fr/blog/2010/03/04/retour-sur-les-prix-du-cloud-computing/>

7.3 MES ARTICLES

- ✓ Autour du VMWorld 2010 :
<http://www.cloudmagazine.fr/dotclear/index.php?tag/vmworld2010>
- ✓ Autour de Dreamforce 2010 :
<http://www.cloudmagazine.fr/dotclear/index.php?tag/dreamforce>
- ✓ Autour de Windows Azure :
<http://sebastien.warin.fr/tag/azure/>



Bureau d'expertise technologique