**Le cloud computing, l'informatique de demain ?**

Déjà lancés par Amazon, les services de stockage et de calcul en ligne pourraient révolutionner l'informatique d'entreprise d'ici à moins de cinq ans. Google et IBM sont sur le pont, et les DSI pourraient faire leurs valises.



Le Cloud – un nuage ?

## Présentation générale

Le modèle du Cloud Computing reprend des notions bien connues en informatique (la notion de service, la mutualisation, la virtualisation…) avec un discours commercial et marketing nouveau (et notamment beaucoup d'anglicismes). Les arguments du discours sont d'abord d'ordre économique, comme le montrent les publicités qui représentent une pluie d'euros tombant du nuage vers l'utilisateur4. Ils peuvent être aussi techniques (meilleure évolutivité, meilleures performances) et organisationnels (moindre complexité à gérer). Le discours englobe à la fois des services, des logiciels, des matériels, et comporte de multiples combinaisons de services et de modes de déploiement, qui vont être précisées.

Un exemple grand public, et simple à comprendre, est le jeu à la demande (aussi appelé jeu sur demande, et, en anglais, *gaming on demand*, *GoD* ou *cloud gaming*). Il permet de jouer normalement à des jeux vidéo sur son écran d’ordinateur, alors que le ou les logiciels de jeu tournent sur des serveurs à distance, qui renvoient la vidéo de ce qui a été joué en lecture en continu (ce qui est communément appelé streaming). Le jeu est hébergé et stocké sur des serveurs, dont l'utilisateur ne connait pas la localisation ni les caractéristiques. Il ne nécessite plus de supports comme les CD, ou de matériels comme les consoles de jeux. Les joueurs doivent seulement posséder un ordinateur relié à Internet, et le cas échéant une manette de jeu.

Dans le cas général, on distingue habituellement quatre grands modèles de service incluant : *Software as a Service* (SaaS), *Data as a Service* (DaaS), *Platform as a Service* (PaaS) et *Infrastructure as a Service* (IaaS), ainsi que trois modèles de déploiement de *cloud computing* :

* les *clouds privés internes*, gérés en interne par une entreprise pour ses besoins ;
* les *clouds privés externes*, ou privatifs, dédiés aux besoins propres d'une seule entreprise, mais dont la gestion est externalisée chez un prestataire ;
* les *clouds publics*, gérés par des entreprises spécialisées qui louent leurs services à de nombreuses entreprises.

L'accès des utilisateurs est effectué la plupart du temps grâce à un navigateur web. Les caractéristiques du cloud sont qualifiées par les Anglo-Saxons sous le vocable *elastic computing capacity*. Le *National Institute of Standards and Technology* en a donné une définition succincte qui reprend ces principes de base : « L'informatique dans les nuages est un modèle permettant d'établir un accès par le réseau à un réservoir partagé de ressources informatiques standard configurables (réseau, serveurs, stockage, applications et services) qui peuvent être rapidement mobilisées et mises à disposition en minimisant les efforts de gestion ou les contacts avec le fournisseur de service5. » La promotion du *Cloud Computing* public a été rendue possible par la généralisation des accès Internet des particuliers (avec 75 % des ménages équipés d’Internet à domicile, selon les données 2011 du Crédoc[réf. nécessaire]) et des entreprises. Le phénomène a aussi bénéficié de l'augmentation considérable de la puissance des équipements informatiques, qui ont permis aux hébergeurs de proposer des tarifs de plus en plus intéressants. En ce sens, la mode du cloud computing tire parti : de l'augmentation considérable de puissance des serveurs (la fréquence de fonctionnement des serveurs a été multipliée par un facteur 10 entre 1998 et 2008, les processeurs comportent entre 4 et 10 cœurs) ; et de la baisse des coûts de stockage (pour le prix d'un disque dur de 1,2 Go en 2000, on a en 2013 un disque de 1 000 Go).

Les entreprises ne disposent plus de leurs serveurs informatiques, mais sont censées accéder à des services en ligne sans avoir à gérer l'infrastructure sous-jacente. Les applications et les données ne se trouvent plus sur l'ordinateur local, mais – de manière imagée – dans un nuage (*cloud*) composé de serveurs distants interconnectés. Compte tenu de la complexité des liaisons réseau, et de la multiplicité des intervenants (fournisseur d'accès Internet, hébergeur, éditeur, distributeur, revendeur), le fonctionnement en cloud diminue la *continuité* et la qualité du service par rapport à celle d'une application de qualité professionnelle hébergée en interne. Du point de vue des architectures informatiques, le fonctionnement en cloud computing représente, par essence, une régression par rapport aux meilleures pratiques, vis-à-vis de laquelle les acteurs de ce marché ont cherché des parades, afin de rassurer et provoquer un effet « boule de neige » en faveur du cloud. Du point de vue économique, Le *cloud* est essentiellement une offre commerciale d'abonnement économique à des services externes. En 2009, moins de 10 % des entreprises interrogées mentionnaient recourir à des services de cloud computing dans le domaine de l’hébergement de leurs infrastructures et applications informatiques6. Ce concept est présenté comme une évolution majeure par certains analystes très connus, comme le Gartner Group 7, et comme une mode correspondant à des motivations commerciales, par d'autres spécialistes. Par exemple, Richard Stallman a mis en garde contre le piège marketing qu'il pourrait représenter 8.

## Principaux modèles de service

### SaaS

Le *logiciel en tant que service* (en anglais, software as a service) est un modèle de fourniture de logiciels hébergés à distance, généralement dans le cadre d'un abonnement payant). Des exemples connus de logiciels vendus en Saas sont Google Apps, Office Web Apps ou LotusLive (IBM).

### DaaS

Le *Data as a Service* correspond à la mise à disposition de données délocalisées quelque part sur le réseau. Ces données sont principalement consommées par ce que l'on appelle des *mashups*.

### PaaS

Ce type de Cloud Computing permet de mettre à disposition des entreprises ou des particuliers un environnement d'exécution rapidement disponible, en leur laissant la maîtrise des applications qu'elles peuvent installer, configurer et utiliser elles-mêmes. Il permet donc d'héberger des applications qui ne sont pas adaptées au modèle du SaaS (par exemple des applications spécifiques, des applications en cours de développement…).

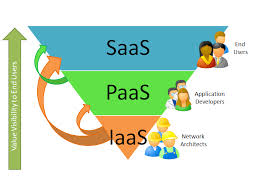
### IaaS

L’*Infrastructure as a service* est un modèle où l'entreprise dispose sur abonnement payant d'une infrastructure informatique (serveurs, stockage, réseau) qui se trouve physiquement chez le fournisseur.

### Modèles de service associés



Cette représentation des différents modèles de service montre comment les responsabilités sont théoriquement réparties suivant les modèles internes, IaaS, PaaS, SaaS.



SaaS, PaaS, LaaS

À côté de ces modèles de services, on trouve une multitude de modèles de service construits mécaniquement sur l'expression « as a service ». Voici par ordre alphabétique :

* BPaaS : il s'agit du concept de *Business Process as a service* (BPaaS) qui consiste à externaliser une procédure d'entreprise suffisamment industrialisée pour s'adresser directement aux managers d'une organisation, sans nécessiter l'aide de professionnels de l'informatique
* Desktop as a Service : le *Desktop as a Service* (*DaaS* ; aussi appelé en français « bureau en tant que service », « bureau virtuel » ou « bureau virtuel hébergé ») est l’externalisation d’une *Virtual Desktop Infrastructure* auprès d’un fournisseur de services. Généralement, le *Desktop as a Service* est proposé avec un abonnement payant.
* Network as a Service (NaaS) : le Network as a Service correspond à la fourniture de services réseaux, suivant le concept de Software Defined Networking (SDN).
* STaaS : ***ST****orage* ***as a******S****ervice* correspond au stockage de fichiers chez des prestataires externes, qui les hébergent pour le compte de leurs clients. Des services grand public, tels que SugarSync et Box.net, proposent ce type de stockage, le plus souvent à des fins de sauvegarde ou de partage de fichiers. Voici d'autres exemples : Amazon Simple Storage Service, Dropbox, Google Drive, iCloud, SkyDrive, Ubuntu One, Windows Live Mesh, Wuala
* *Workplace as a Service* (WaaS)

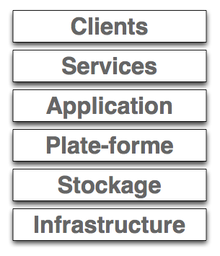
## Historique

Les principes sous-jacents sont très anciens, et remontent aux années 1950 (longtemps avant que ne naisse l'expression « Cloud computing »). À cette époque, les utilisateurs accédaient depuis leurs terminaux à des applications fonctionnant sur des systèmes centraux (les mainframes), qui correspondaient aux ancêtres des serveurs du cloud. Les architectes de réseaux (ceux qui conçoivent les réseaux intra- et inter-entreprise) schématisaient Internet par un nuage dans leurs croquis. En anglais, l'on parlait alors de « *the cloud* », ce qui signifiait à peu de choses près l'Internet que nous connaissons.

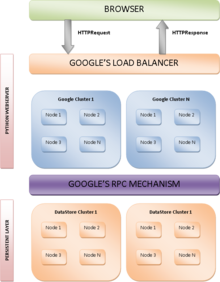
Au début des années 2000, sont apparus des hébergeurs Web capables d'héberger des applications dans leurs locaux informatiques. Dans ce contexte, l'ancêtre du SaaS correspondait au ASP9. Les premières applications Web 2.0 qui ont été déployées en cloud computing : le courrier électronique, les outils collaboratifs, le CRM, les environnements de développement et de test (informatique)10.

On peut considérer qu'*Amazon Web Services*, orienté vers les entreprises, et Google, orienté vers les utilisateurs grand public, ont fait émerger le marché du cloud computing. Les grands éditeurs de logiciel, comme Microsoft et Oracle, ont suivi ces précurseurs en mettant en place leurs offres de cloud computing.

## Applications



Représentation symbolique des briques de construction du Cloud computing.



Architecture du Google App Engine.

Il existe déjà plusieurs mises en œuvre du cloud computing telles qu'Amazon EC2, Windows Azure ou Google App Engine. Un exemple grand public du cloud computing est iCloud, le système de sauvegarde et de synchronisation pour l'iPhone, iPad, iPod Touch et MAC avec 5 Go de stockage gratuit. Le fournisseur de ce service lancé en septembre 2011 est la société Apple. Inc.

## Principaux acteurs

Amazon, Citrix, ITS Integra, Gandi, ASPSERVEUR, Ikoula, Google, HP, IBM, Intel, Intrinsec OVH, Red Hat, SFR Business Team, VMware, figurent parmi les principales entreprises du secteur11.

Fin juillet 2008, Intel, Hewlett Packard et Yahoo! ont noué un partenariat visant à promouvoir la recherche dans le domaine du Cloud Computing12. La première initiative concerne la création d'un environnement distribué (*Cloud Computing Test Bed*) facilitant la recherche et les tests de logiciels, d'administration de *data centers* et de matériels associés à l'informatique dans le nuage à une échelle jamais atteinte. Pour cette opération, les trois partenaires ont associé l'Infocomm Development Authority of Singapore (en), l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign et l'Institut de Technologie de Karlsruhe. Depuis le printemps 2009, l’*Open cloud manifesto* réunit des éditeurs qui estiment que le cloud computing devrait être ouvert13. Contrairement à Microsoft et Google qui ne l'ont pas signé14. Quatre éditeurs de logiciels libres (IELO, Mandriva, Nexedi et TioLive) ont fondé la *Free Cloud Alliance* (FCA) le 25 mars 201015. Cette dernière propose une offre globale réunissant Iaas, Paas et SaaS, constituée de tous les composants libres nécessaires aux applications progiciel de gestion intégré (ERP), gestion de la relation client (CRM) ou gestion de la connaissance (KM)16.

Le 22 novembre 2010, le gouvernement des États-Unis a lancé sa *politique de cloud prioritaire* : des économies substantielles étaient attendues sur son budget annuel informatique de $80 milliards, par la consolidation d'au moins 40 % des 2 100 *data centers* d'ici 2015.17 Dans le cadre des investissements d'avenir, deux consortiums, l'un mené par Orange et Thales appelé Cloudwatt18, l'autre par SFR et Bull appelé Numergy19, ont été mis en place à la suite d'un appel à projet du gouvernement français20. Un investissement de la Caisse des dépôts et consignations de 75 millions d'euros par projet a été réalisé pour permettre le développement des deux sociétés21,22,23. Un autre projet important financé sous le même appel à projet est le projet NU@GE24, qui regroupe 8 PME (opérateurs nationaux, *data-centers*, *virtual desktop providers*, etc.) et le Lip6 (équipe de Guy Pujolle). Ces consortiums ont pour objectif de fournir aux entreprises françaises et européennes, une solution souveraine de IaaS public, ayant ses données hébergées en France.

## Aspects contractuels

Contrairement aux particuliers, qui ont assez peu de marges de manœuvre, les entreprises sont amenées à contractualiser les services de Cloud Computing qu'elles achètent. Les clauses des contrats de services cloud concernent principalement la disponibilité, la sécurité, la confidentialité et le support. Les garanties relatives à la confidentialité des données, à la traçabilité des opérations et à la qualité des services sont à définir clairement notamment pour les applications critiques ou manipulant des données à caractère personnel, stratégique ou lié à une quelconque législation. À noter qu'en matière de conformité règlementaire, c'est bien l'entreprise cliente qui en reste juridiquement responsable, le fournisseur agissant en tant que sous-traitant… La réversibilité doit être encadrée avec précision dans le contrat qui lie tous les acteurs concernés. Également à surveiller : les engagements de disponibilité, la fréquence des sauvegardes, ainsi que le rôle respectif des différents acteurs, dont le nombre oscille entre un et quatre (par exemple : éditeur, hébergeur, intégrateur et opérateur réseau)25.

## Conséquences

Pour les fournisseurs, le développement du cloud computing entraîne le développement des centres de données ou datacenters. Les fournisseurs de service doivent augmenter leurs infrastructures (serveurs, bande passante, m2…) pour faire face aux besoins croissants des clients. Les modèles proposés par ces prestataires doivent également évoluer, le cloud privé transformant les modèles économiques qui prévalaient jusqu’ici26. À titre d'exemple, Salesforce.com, pionnier dans le domaine de l'informatique dans le nuage, gère les données de 54 000 entreprises, et leurs 1,5 million d'employés, avec seulement 1 000 serveurs (mars 2009). Un déplacement des effectifs informatiques vers les opérateurs de clouds est une conséquence logique de cette tendance.

Pour les utilisateurs, particuliers et entreprises, la location de services associée au cloud computing permet généralement de réaliser des économies à court terme. Mais le coût total à moyen et long terme peut se révéler, au bout de quelques années, supérieur au coût d'une application hébergée en interne. Cela dépend du mode d'utilisation (fréquence, nombre d'utilisateurs…) et de la durée de vie de l'application. Un calcul comparatif s'impose avant de faire son choix. Ce calcul ne doit pas se limiter aux coûts directs, mais doit aussi intégrer l'ensemble des coûts cachés que le cloud va permettre d'économiser ainsi que l'impact des avantages du cloud sur le business de l'entreprise (productivité accrue, recentrage métier…). La tâche n'est pas forcément facilitée par les modes de facturation proposés qui sont parfois peu "lisibles", et dépendent de plusieurs paramètres : l'utilisation des fonctions (volumétrie), le coût de production ou de mise à disposition, incluant les évolutions, le degré de complexité, et enfin le tarif locatif du service. Les durées d'engagement peuvent varier d'un prestataire à l'autre mais restent pour la plupart autour de deux ou trois ans25.

### Avantages

Le Cloud Computing peut permettre d'effectuer des économies, notamment grâce à la mutualisation des services sur un grand nombre de clients. Certains analystes indiquent que 20 à 25 % d’économies pourraient être réalisées par les gouvernements sur leur budget informatique s’ils migraient vers le cloud computing27. Comme pour la virtualisation, l'informatique dans le nuage peut être aussi intéressante pour le client grâce à son évolutivité. En effet, le coût est fonction de la durée de l'utilisation du service rendu et ne nécessite aucun investissement préalable (homme ou machine). L'*élasticité* du nuage permet de fournir des services évolutifs et peut permettre de supporter des montées en charge. Inversement, le fournisseur a la maitrise sur les investissements, est maître des tarifs et du catalogue des offres, et peut se rémunérer d'autant plus facilement que les clients sont captifs.

L'abonnement à des services de Cloud Computing peut permettre à l'entreprise de ne plus avoir à acquérir des actifs informatiques comptabilisés dans le bilan sous forme de CAPEX et nécessitant une durée d'amortissement. Les dépenses informatiques peuvent être comptabilisées en tant que dépenses de fonctionnement.



Les avantages selon IBM

### Inconvénients

Plusieurs catégories d'inconvénients existent :

* L'utilisation des réseaux publics, dans le cas du cloud public, entraine des risques liés à la sécurité du cloud. En effet, la connexion entre les postes et les serveurs applicatifs passe par le réseau Internet, et expose à des risques supplémentaires de cyberattaques, et de violation de confidentialité. Le risque existe pour les particuliers, mais aussi pour les grandes et moyennes entreprises, qui ont depuis longtemps protégé leurs serveurs et leurs applications des attaques venues de l'extérieur grâce à des réseaux internes cloisonnés.
* Le client d'un service de cloud computing devient très dépendant de la qualité du réseau pour accéder à ce service. Aucun fournisseur de service cloud ne peut garantir une disponibilité de 100 %28. Par exemple, des défaillances sur les services Cloud sont référencée par l'International Working Group of Cloud Resiliency 29.
* Les entreprises perdent la maîtrise de l'implantation de leurs données. De ce fait, les interfaces inter-applicatives (qui peuvent être volumineuses) deviennent beaucoup plus complexes à mettre en œuvre que sur une architecture hébergée en interne.
* Les entreprises n'ont plus de garanties (autres que contractuelles) de l'utilisation qui est faite de leurs données, puisqu'elles les confient à des tiers.
* Les questions juridiques posées notamment par l'absence de localisation précise des données du cloud computing30. Les lois en vigueur s'appliquent, mais pour quel serveur, quel datacenter, et surtout quel pays ?
* Tout comme les logiciels installés localement, les services de Cloud Computing sont utilisables pour lancer des attaques (craquage de mots de passe, déni de service…)31. En 2009, par exemple, un cheval de Troie a utilisé illégalement un service du cloud public d'Amazon pour infecter des ordinateurs32.

L'ONG Greenpeace dénonce aussi, dans son rapport 2010 sur l'impact écologique du secteur informatique33, les impacts négatifs de l'informatique en nuage (voir article informatique durable).



Votre cloud est-il propre ?

### Critiques

Pour Richard Stallman8,34, à l'origine de GNU, l'informatique dans le nuage « est un piège », ses utilisateurs perdant le contrôle de leurs applications. Il le considère comme un concept publicitaire sans intérêt, rejoignant les critiques exprimées par Larry Ellison, fondateur d'Oracle, selon lequel il s'agit d'un phénomène de mode35.

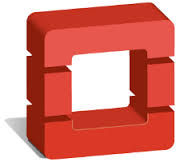
Steve Wozniak, cofondateur d'Apple avec Steve Jobs, prévoit des « problèmes horribles » à venir avec le développement croissant du *cloud computing* et l'externalisation des données36. Lors d'une discussion avec le public à la suite de la représentation d'un spectacle de Mike Daisey à Washington37, Steve Wozniak a déclaré : « Cela me tracasse vraiment que tout passe dans le nuage, je crois que ça va être épouvantable. Je pense qu'il va y avoir des problèmes horribles dans les cinq prochaines années36,38? » Il a également dit « Avec le nuage, rien ne vous appartient. Moi, j'aime savoir que les choses sont à moi. Beaucoup disent 'Oh ! c'est dans mon ordinateur !', mais plus on transfère dans le nuage, moins on garde le contrôle. »36.

Etudions OpenStack

**OpenStack** est un projet informatique de service d'infrastructure (Infrastructure as a Service (IaaS)) du domaine du cloud computing, mené par la Fondation Openstack.

La fondation Openstack est une organisation non-commerciale qui a pour but de promouvoir le projet Openstack ainsi que de protéger et d'aider les développeurs et toute la communauté Openstack1.  
Beaucoup d'entreprises ont rejoint la fondation Openstack. Parmi celles-ci on retrouve : Canonical, Red Hat, SUSE Linux, AT&T, Cisco, Dell, HP, IBM et Yahoo!.2

C'est un logiciel libre distribué selon les termes de la licence Apache.



Le logo

## Historique

### 2010 : lancement

* En juillet 2010, Rackspace Hosting et la NASA ont lancé conjointement un nouveau projet open source dans le domaine du cloud computing sous le nom d'OpenStack3.
* L'objectif du projet OpenStack est de permettre à toute organisation de créer et d'offrir des services de cloud computing en utilisant du matériel standard.
* La première version livrée par la communauté, dont le surnom est Austin, fut disponible seulement quatre mois après;
* Il est prévu de livrer régulièrement des mises à jour logicielles à quelques mois d'intervalle.

### Jusqu'en 2012: de nombreux membres rejoignent le projet

Au début 2012, on compte plus de 150 entreprises ayant rejoint le projet, parmi lesquelles :

* AMD ;
* Akamai ;
* AT&T ;
* Canonical ;
* Cisco ;
* Dell ;
* HP ;
* IBM ;
* Intel ;
* NEC ;
* Red Hat ;
* SUSE Linux ;
* Yahoo!4,5,6.

OpenStack incorpore du code source de Nebula (computing platform) (en) ainsi que de Rackspace Cloud.

### Versions

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nom** | **Date** | **Commentaires** |
| Austin | 21 octobre 20107 |  |
| Bexar | 3 février 20118 |  |
| Cactus | 15 avril 20119 |  |
| Diablo | 22 septembre 201110 |  |
| Essex | 5 avril 201211 |  |
| Folsom | 27 septembre 201212 |  |
| Grizzly | 4 avril 201313 |  |
| Havana | prévue pour le 17 octobre 201314 | FeatureFreeze le 4 septembre |

## Composants

OpenStack possède une architecture modulaire qui comprend de nombreux composants 15:

* Compute : Nova (Application)
* Object Storage : Swift (Stockage d'objet)
* Image Service : Glance (Service d'image)
* Dashboard : Horizon (Interface Web de paramétrage et gestion)
* Identity : Keystone (Gestion de l'identité)
* Network  : Neutron (auparavant nommé Quantum) (Gestion des réseaux à la demande)
* Storage : Cinder (Service de disques persistants pour les machines virtuelles)
* et encore d'autres en cours d'incubation... (Heat pour l'orchestration, Ceilometer pour la métrologie, Trove pour la DBaaS, ...)

## Compatibilité avec l'EC2 d'Amazon

OpenStack possède des API compatibles avec Amazon EC2 et Amazon S3.

Ainsi, des applications clientes écrites pour les Amazon Web Services peuvent être réutilisées avec OpenStack moyennant une adaptation minimale16.

## Utilisateurs

On compte parmi les utilisateurs :

* NASA ;
* Rackspace Cloud17;
* HP Public Cloud, qui utilise une variante de Ubuntu Linux18;
* MercadoLibre.com, qui possède plus de 6 000 VM gérées par OpenStack19;
* AT&T, qui a rejoint OpenStack en janvier 201220;
* KT (précédemment Korea Telecom)21 ;
* Deutsche Telekom, qui a créé une place de marché d'affaires dont les fonctionnalités sont basées sur OpenStack22 ;
* OVH, pour son service de stockage en ligne Hubic23 ;
* eNovance, société contributrice du projet et gold member de la fondation OpenStack, qui a ouvert en mai 2012 le premier cloud public européen basé sur OpenStack : eNocloud24.