

Leçon3- Cloud Computing

Objectif général	<ul style="list-style-type: none">✚ Découvrir la notion du cloud computing et ses applications.
Objectifs spécifiques	<ul style="list-style-type: none">✚ Savoir définir le concept du cloud computing.✚ Connaître les différents services relatifs au cloud computing.✚ Déterminer les quatre typologies du cloud computing.✚ Découvrir les Applications de cloud computing✚ Déterminer les acteurs et le marché de cloud computing.✚ Découvrir la notion du Stockage et gestion de données sur le Cloud✚ Découvrir les limites de Sécurité et ses conformités✚ Les avantages et les limites du Cloud
Volume horaire	<ul style="list-style-type: none">✚ Cours : 6 h
Mots clés	<ul style="list-style-type: none">✚ Cloud computing , service, IaaS, PaaS, SaaS, usage, gestion sécurité.....



I. Introduction

les données informatiques augmentent de façon exponentielle, et les entreprises font de plus en plus appel aux processus informatiques pour gagner en productivité et en compétitivité, la **réduction des coûts** de gestion des infrastructures informatiques est une des principales priorités des entreprises. Le Cloud est un parmi plusieurs moyens apparus pour aborder le problème de la réduction des coûts ou il permet de résoudre les problématiques liées à la rareté des ressources informatiques.

Le Cloud computing ou l' informatique en nuage, qui a émergé depuis les années 2000, consiste à externaliser l'infrastructure informatique vers des sociétés spécialisées, qui proposent les ressources informatiques matérielles et logicielles à la demande. Ces ressources sont accessibles de n'importe où, n'importe quand et par n'importe qui via le réseau Internet ou la consommation de ces ressources informatiques est devenue similaire à celle de l'électricité :

- ✓ N'utiliser que des ressources dont vous avez besoin, par exemple le processeur, la bande passante, le stockage, la mémoire vivante etc.
- ✓ les ressources peuvent être obtenir très rapidement et facilement

Le Cloud permet une évolution structurelle des centres de données par l'intégration de nombreuses technologies comme :

- ✓ la virtualisation,
- ✓ l'internet et le Web 2.0,
- ✓ l'architecture orientée services (SOA),
- ✓ les grilles de calcul,
- ✓ etc.

La réussite du Cloud est liée principalement à l'utilisation de ces technologies et la combinaison des avantages de chacune de ces solutions.

II. Définition du « cloud computing » ou informatique en nuage

Le terme cloud computing est traduit en français aux termes suivants : informatique en nuage, informatique dématérialisée, stockage dans les nuages, stockage à distance ou encore infonuagique.

Dans la littérature existante, plusieurs définitions sont données pour le Cloud. Peter Mell et Tim Grance de l'Institut National des Standards et des Technologies (NIST¹) en 2009 ont donné la définition la plus largement adoptée et référencée où le cloud est vu comme :

« Un modèle pratique, à la demande, pour établir un accès par réseau à un réservoir partagé de ressources informatiques configurables (réseaux, serveurs, stockage, applications et services). Ces ressources peuvent être rapidement mobilisées et mises à disposition en minimisant les efforts de gestion et l'interaction avec le fournisseur de service. Ce modèle de Cloud commerce la disponibilité et il est composé de cinq caractéristiques essentielles, trois modes de services et quatre modèles de déploiement. »

Le modèle Cloud selon le NIST est représentée dans la figure 1.2.

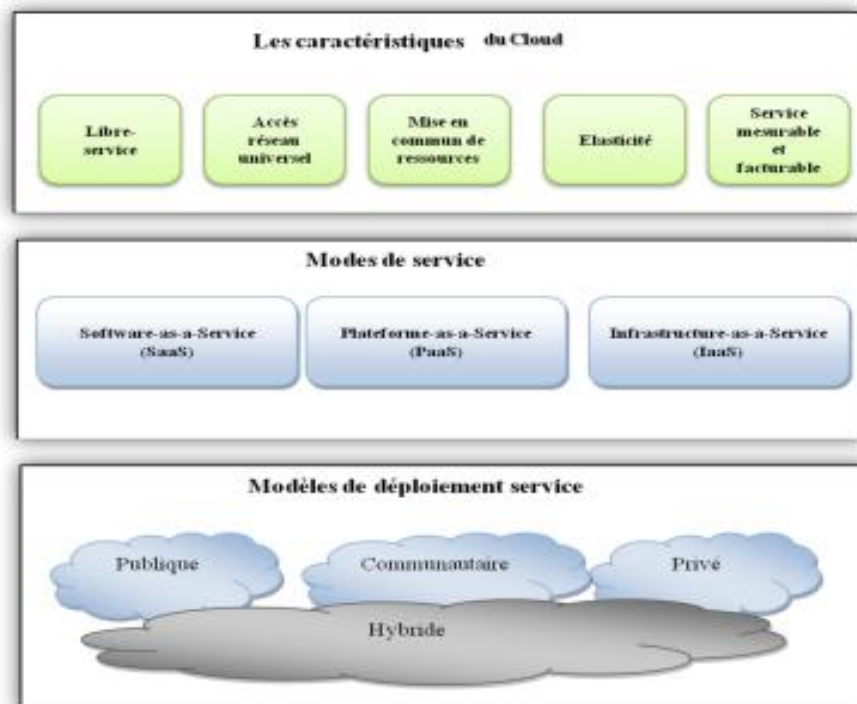


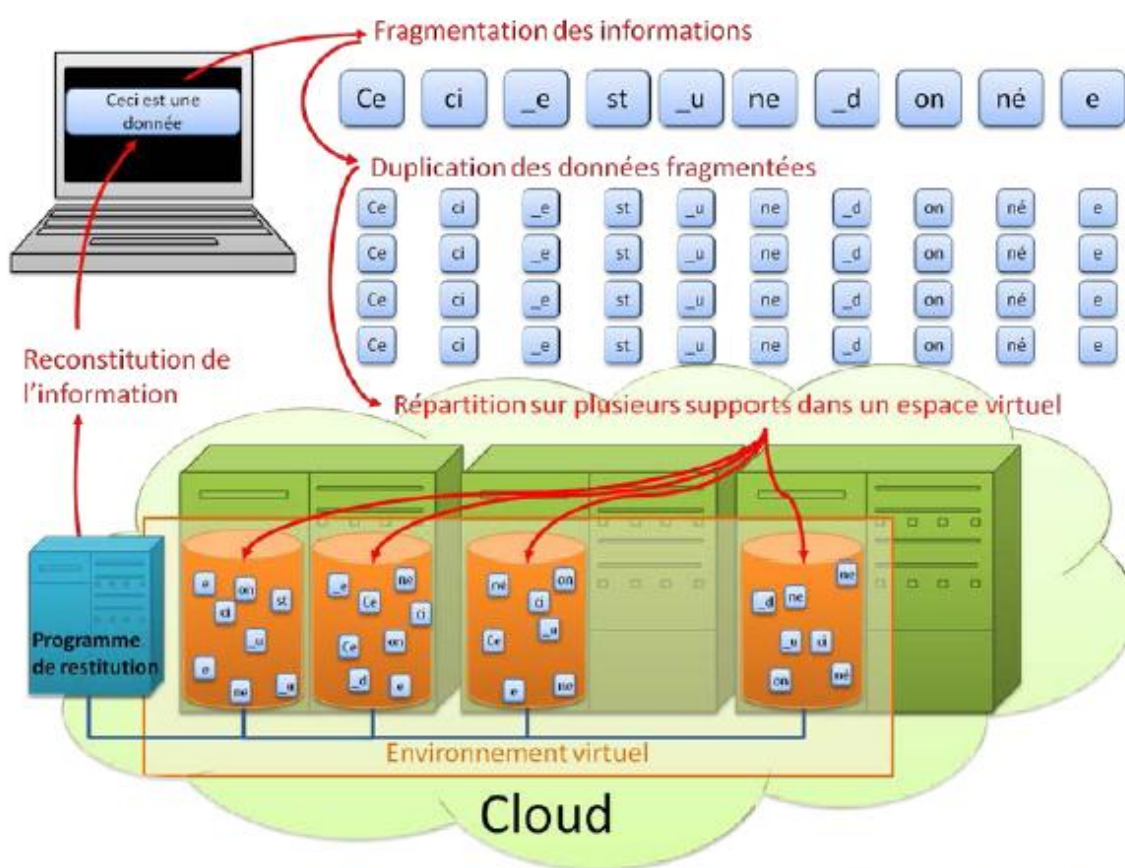
Figure 1. Le modèle Cloud selon le nist

¹ Peter Mell and Tim Grance. The nist denition of cloud computing, version 15. National institute of standards and technology (nist). Information Technology Laboratory. www.csrc.nist.gov, 2009.

Pour le groupe de travail de CIGREF², qui a publié un rapport sur le fondamentaux du cloud computing, un cloud est avant tout une solution de stockage d'informations (au sens large du terme...) sur une ou plusieurs machines qui n'ont pas d'attribution fonctionnelle particulière : elles peuvent se substituer les unes aux autres.

Selon le même rapport, un cloud computing est caractérisé par quatre points :

- Un cloud est toujours un espace virtuel.
- Un cloud contient des données qui sont fragmentées.
- Les fragments de données sont toujours dupliqués et répartis dans cet espace virtuel.
- Un cloud possède une fonction de restitution permettant de reconstituer les données.



(Source CIGREF 2013)

Figure 2. Les quatre points permettant d'identifier un cloud

III. caractéristiques essentielles pour le Cloud :

Peter et Tim (NIST¹) ont défini les cinq caractéristiques essentielles pour le Cloud :

² CIGREF : réseaux de grandes entreprises en France, Rapport Fondamentaux du cloud computing : le point de vue des grandes entreprises, Mars 2013

- **Libre-Service (Self-Service) :** Les utilisateurs des services ou des ressources Cloud ont la possibilité de les consommer sans avoir la nécessité de l'intervention auprès du fournisseur Cloud.
- **Accès réseau universel :** Les ressources fournies dans l'environnement Cloud nécessitent l'accès via le réseau à travers plusieurs types de périphériques (PC, Mac, Tablette, Smartphone etc).
- **Mise en commun (Pooling) de ressources :** Les ressources informatiques sont mises en commun dans le but de satisfaire plusieurs clients en utilisant un modèle multi-locataire. Les différentes ressources physiques et virtuelles sont alors assignées et réassignées dynamiquement suivant les demandes des clients. En général, ces derniers n'ont aucun contrôle, ni connaissance de l'emplacement effectif des ressources proposées ; toutefois, ils peuvent spécifier l'emplacement à un haut niveau d'abstraction comme le pays, l'état ou le Datacenter.
- **Elasticité :** Dans le Cloud, il est possible de disposer de plus de ressources très rapidement pour soutenir une forte demande. En plus, il est possible avec le Cloud de diminuer ces ressources utilisées si celles-ci sont supérieures à ce qui est nécessaire.
- **Service mesurable et facturable :** Les fournisseurs des services Cloud sont capables de mesurer d'une façon précise la consommation des différentes ressources (CPU, Stockage, bande passante, Plateforme etc). Cette mesure lui permet de facturer le client selon les ressources utilisées.

IV. Les modes de services :

Le concept de cloud a apparu principalement pour répondre aux exigences de continuité et de qualité du service. Pour approcher de ces objectifs, des travaux ont été commencés afin de trouver des méthodes dans tous les niveaux impliqués afin d'établir un service entre un client final et un fournisseur de service :

- l'application, qui est en contact avec le client ;
- la plate-forme, qui exécute l'application ;
- l'infrastructure, qui est le support de la plate-forme ;

Comme solution, le cloud est la mise en disponibilité de ces niveaux. Le modèle de cloud computing est capable de traiter indifféremment les trois niveaux souvent utilisés du modèle de service :

- Software as a Service : SaaS ;
- Platform as a Service : PaaS ;
- Infrastructure as a Service : IaaS ;

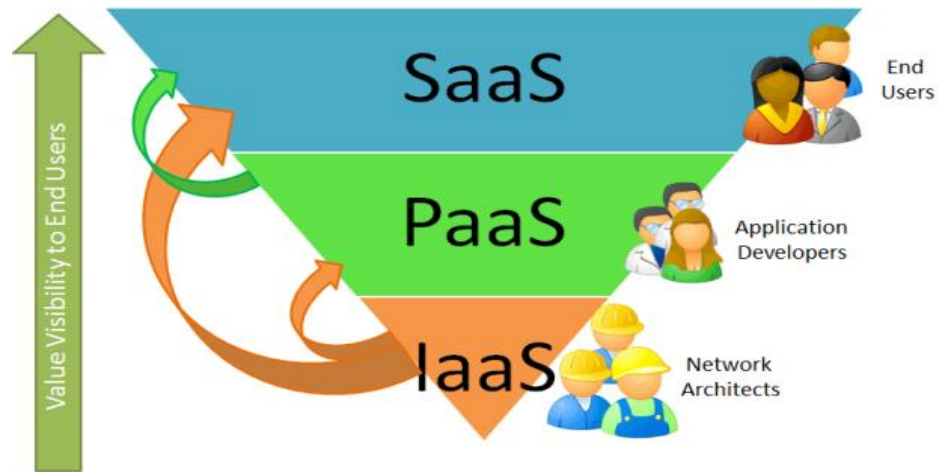


Figure 3 : les modes de services dans le Cloud

Software-as-a-Service (SaaS)

SaaS est le mode de service où le fournisseur offre au client sous forme d'un service une application ou bien un logiciel qui fonctionne sous l'infrastructure Cloud. Le client accède à cette application service par le réseau à travers divers types de terminaux et souvent via une interface client légère. Le client dans ce mode de service est libéré de la responsabilité de gestion et de contrôle de l'infrastructure Cloud sous-jacente (réseaux, serveurs, systèmes d'exploitation, stockage, capacités d'applications individuelles) à l'exception d'un paramétrage de quelques applications utilisateurs limitées et le fournisseur de l'application service est le propriétaire et le responsable sur la gestion entière de sa plate-forme (matériel ou logiciel)¹.

Le client d'un service d'application peut être un consommateur final, une organisation qui offre à ces membres l'accès à des applications ou bien un administrateur d'application qui configure l'application pour le consommateur final.

La facturation dans ce niveau de services se fait sur la base du nombre des consommateurs finaux, le temps de consommation, la consommation du bande passante et la quantité des données stockées et leurs durée de stockage.

Plateforme-as-a-Service (PaaS)

La PaaS est le mode de service où l'utilisateur a la possibilité de créer et de déployer sur une

infrastructure Cloud ses propres applications en utilisant les langages et les outils du fournisseur. L'utilisateur ne gère pas et ne contrôle pas l'infrastructure Cloud sous-jacente (réseaux, serveurs, systèmes d'exploitation, stockage) mais il contrôle l'application déployée et éventuellement la configuration de l'environnement qui héberge l'application³.

Le consommateur d'un service de type PaaS peut être un développeur, un testeur, un déploieur ou bien un administrateur d'une application Cloud.

La facturation des services de cette plateforme se fait selon les ressources de traitement, de stockage et les réseaux consommés par les applications exécutées sur la plate-forme et la durée d'utilisation de la plate-forme elle-même.

Infrastructure-as-a-Service (IaaS)

IaaS est le mode de service où le fournisseur Cloud offre au consommateur des moyens de calcul et de stockage, des capacités de réseau et d'autres ressources informatiques indispensables où l'utilisateur peut déployer n'importe quel type de logiciel incluant les systèmes d'exploitation. Dans le mode de service IaaS, l'utilisateur ne gère pas l'infrastructure Cloud sous-jacente mais il gère le contrôle sur les systèmes d'exploitation, le stockage, les applications déployées comme il est capable de choisir les caractéristiques des équipements réseau¹.

Les consommateurs d'un service IaaS peuvent être des développeurs, des administrateurs des systèmes ou bien des gestionnaires de la technologie de l'information concernés par la création, l'installation et la gestion des opérations de l'infrastructure de la technologie de l'information.

La facturation d'un service IaaS se fait sur la base de la durée des ressources consommées comme : les heures d'utilisation de CPU par les ordinateurs virtuels, la bande passante consommée, la quantité des données stockées et la durée de stockage et le nombre d'adresses IP utilisées.

³ Fang Liu, Jin Tong, Jian Mao, Robert Bohn, John Messina, Lee Badger, and Dawn Leaf. Nist cloud computing reference architecture. NIST Special Publication, 500 :292, 2011.

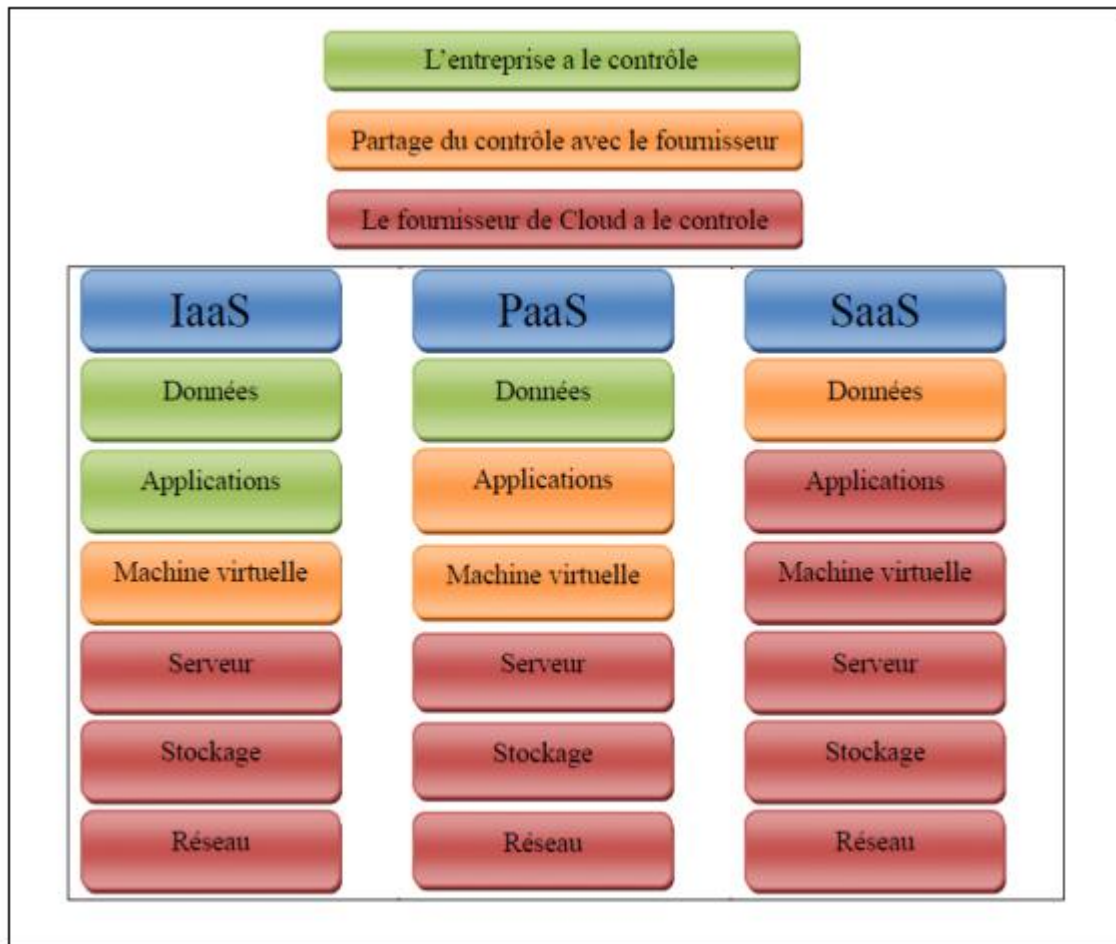


Figure 4. Le contrôle sur les ressources selon le modèle de service.

V. Les modèles de déploiement des services dans le Cloud

Pour classer les clouds en types, il faut bien sûr des critères de classification. Les travaux de recherche qui ont été effectués sur ce domaine ont abouti à poser deux questions essentielles :

- *Qui gère le cloud ?*
- *Qui est le client du service offert par le cloud ?*

⇒ Pour la première question : « *Qui gère le cloud ?* », on parle ici de la région responsable de la gestion du cloud : l'entreprise elle-même ou un opérateur cloud.

→ Dans le cas où c'est l'entreprise qui est responsable de la gestion du cloud avec ses propres ressources, on parle de **cloud interne**.

→ Dans le cas où c'est un prestataire opérateur de cloud qui est responsable de la gestion du cloud avec ses propres ressources, on parle de **cloud externe**.

⇒ Pour la deuxième question : « *Qui est le client du service offert par le cloud ?* », on parle ici du bénéficiaire de l'utilisation du cloud.

→ Dans le cas où le cloud est dédié aux besoins propres de l'entreprise, on parle de **cloud privé**.

→ Dans le cas où le cloud est ouvert au grand public ou à d'autres entreprises, on parle de **cloud ouvert**.

- Ainsi 4 typologies ont été identifiées. Ces typologies peuvent aussi être mélangées pour aboutir comme suit :

- ☒ externe – ouvert appelé cloud publique
- ☒ interne – privé appelé cloud privé
- ☒ externe – privé appelé cloud communautaire
- ☒ interne – ouvert appelé cloud hybride

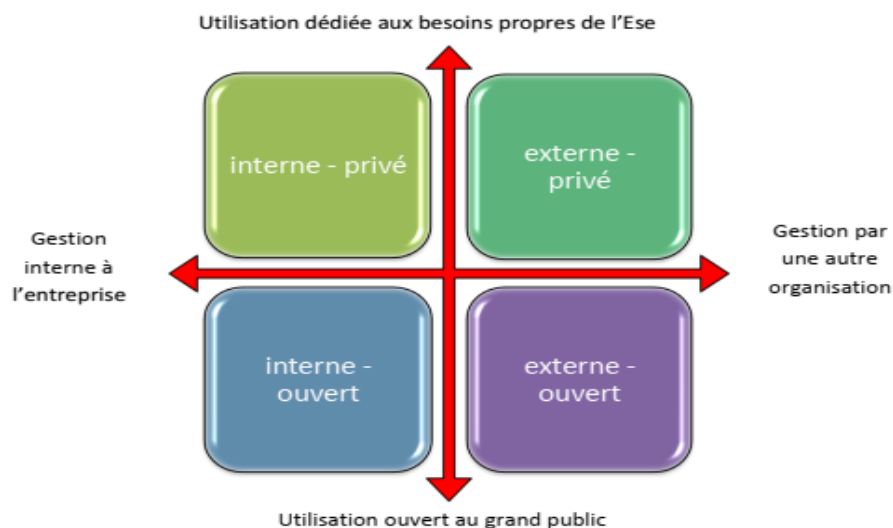


Figure 5 : les typologies du cloud computing

Le Cloud publique

Dans un déploiement publique, l'infrastructure Cloud est ouverte au publique ou à des grands groupes industriels. Cette infrastructure est possédée par une organisation qui vend des services Cloud¹.

Les Clouds publiques sont largement utilisés dans le développement, le déploiement et la gestion des applications des entreprises. Ils permettent aux entreprises de fournir des applications fiables, hautement évolutives avec des coûts plus abordables⁴.

Dans un déploiement public les données partagent les périphériques de stockage, ce qui rend la gestion des identités, le contrôle d'accès, et le cryptage très important.

⁴ S ASA RAO V, N RAO N K, and E KUMARI. Cloud computing : An overview. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 2005-2009.

L'infrastructure Elastic Cloud Compute (EC2), BlueCloud d'IBM et Rackspace, la plateforme Amazon Web Services, Windows Azure et AppEngine de Google sont des exemples pour le déploiement public du Cloud.

Le Cloud privé

Dans un déploiement privé, l'infrastructure Cloud est utilisée par une seule organisation. Elle peut être gérée par l'organisation ou par une tierce partie. L'infrastructure peut être placée dans les locaux de l'organisation ou bien à l'extérieur¹.

Un déploiement privé améliore l'utilisation des serveurs et il permet l'utilisation des serveurs et des matérielles moins coûteux avec des rendements plus élevés. Il donne un niveau élevé d'automatisation avec une réduction des coûts d'exploitation et des frais généraux d'administration⁴.

La construction et la gestion des Clouds privés et aussi la sécurisation de l'environnement de virtualisation (la sécurité au niveau hyperviseur, matériel physique, logiciels etc) est la responsabilité de l'équipe informatique dans l'organisation.

Le Cloud communautaire

Dans un déploiement communautaire, l'infrastructure Cloud est partagée entre plusieurs organisations pour les besoins d'une communauté qui souhaite mettre en commun des moyens (sécurité, conformité, etc). Elle peut être gérée par les organisations ou par une tierce partie comme elle peut être placée dans les locaux de ces organisations ou bien à l'extérieur¹.

Le Cloud hybride

Dans un déploiement hybride, l'infrastructure Cloud est composée de deux types de Cloud ou plus : privé, public et communautaire. Ces infrastructures sont liées entre elles par la même technologie qui autorise la portabilité des applications et des données¹.

Un déploiement hybride est utilisé essentiellement pour les tests d'assurance ou de qualité pour la mise à niveau ou le déploiement d'un nouveau système ou bien pour les sites web où l'infrastructure de base de site est propre à l'entreprise mais certains éléments de ce site peuvent être hébergés à l'extérieur de l'entreprise.

VI. Applications de cloud computing

Parmi les applications que l'on peut trouver sur les Clouds sont les suivants :

- La messagerie.
- CRM : la gestion de la relation client.
- Collaboration en ligne.
- La gestion de la sécurité.
- La gestion des incidents ou des logs.
- Automatisation de la force de vente et de Business Intelligence.
- Comptabilité (la gestion de facturation, paie...)
- Sauvegardes des données en ligne.
- ...etc.

VII. Acteur _du Cloud Computing

Dans cette partie nous allons citer les principaux fournisseurs de service dans le Cloud. Actuellement les acteurs les plus connus sont : Amazon, Google, Salesforce.com, VMware, Microsoft et Sun...

1. Amazon : <http://aws.amazon.com/fr/>

Amazon Web Services offre une gamme complète de services d'informatique en nuage qui vous permettent de développer des applications sophistiquées et évolutives. A l'heure actuelle, plusieurs centaines de milliers d'entreprises clientes de toutes tailles bénéficient de ces services d'informatique en nuage dans de nombreux secteurs, y compris la santé, les médias, les finances, l'assurance, l'immobilier, la vente au détail, l'enseignement et le secteur public.

Produits :

- ♦ **Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)** : est un service Web qui fournit une capacité de calcul redimensionnable, sous forme de serveurs dans les centres de données Amazon, que vous utilisez pour concevoir et héberger vos systèmes logiciels
- ♦ **Amazon Simple Storage Service (S3)** : est une solution de stockage sur Internet. Vous pouvez utiliser Amazon S3 pour stocker et récupérer n'importe quelle quantité de données, n'importe quand et depuis n'importe quel emplacement sur le Web. Vous pouvez réaliser ces opérations à l'aide de l'interface Web simple et intuitive d'AWS Management Console.
- ♦ **Amazon Elastic MapReduce** :

- ♦ **Amazon SimpleDB** : est un Système de gestion de base de données écrit en Erlang par Amazon.com. Il est utilisé comme un Service Web de concert avec Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) et Amazon S3 et fait partie d'Amazon Web Services
- ♦ **Amazon Relational Database Service (RDS)** : Configurez, gérez et dimensionnez une base de données relationnelle dans le cloud en quelques clics.
- ♦ **Amazon CloudFront** : Amazon CloudFront est un des Amazon Web Services fournis par Amazon.com. Ce service est destiné à la diffusion de contenu.

2. Cas de Google Cloud <https://cloud.google.com>

Google Cloud Platform permet aux développeurs de créer, tester et déployer des applications sur l'infrastructure hautement évolutive et fiable de Google. Choisissez de l'informatique, de stockage et de services d'application pour votre web, mobile et des solutions de back-end.








Construire sur la même infrastructure qui permet à Google de revenir milliards de résultats de recherche en millisecondes, servir 6000000000 heures de vidéo YouTube par mois et fournir un stockage pour 425 millions d'utilisateurs de Gmail.

Produits

- ♦ **App Engine** : Le Google App Engine est une Plateforme en tant que Service (PaaS). Elle permet aux développeurs logiciels d'accéder à une offre d'hébergement scalable. Les développeurs peuvent utiliser un SDK pour développer des logiciels compatibles avec l'App Engine.
- ♦ **Cloud Storage** : Le Google Cloud Storage est une plateforme de stockage cloud conçue pour stocker de larges ensembles de données non structurées. Google propose aussi des options de stockage de base de données, comme le Cloud Datastore pour le stockage NoSQL, ou Cloud SQL pour MySQL. On retrouve également la base de données native de G Cloud Bigtable.
- ♦ **Big Data** : Les solutions pour le big data de Google Cloud offrent à votre entreprise des services d'analyse des données et de machine learning complets et sans serveur.
- ♦ **BigQuery** : vous permet d'analyser de manière ultrarapide des gigaoctets voire des pétaoctets de données à l'aide d'ANSI SQL, et fournit des API sur REST pour faciliter l'intégration à d'autres applications.
- ♦ **Google Cloud SDK** : Le SDK Cloud est un ensemble d'outils associé à Google Cloud Platform. Il contient les outils de ligne de commande gcloud, gsutil et bq, que vous pouvez utiliser pour accéder à Compute Engine, Cloud Storage, BigQuery et à d'autres produits et services à partir de la ligne de commande.

3. Cas de Rackspace <http://www.rackspace.com/cloud/>

Que vous construisez un site web d'entreprise ou une application exigeante, ce cloud public peut alimenter vos charges de travail les plus critiques. Ses produits de nuages travaillent ensemble et gèrent tous facilement de notre Panneau de configuration ou des API puissantes.

 RACKSPACE™ CLOUD SERVERS™ <small>POWERED BY OPENSTACK™</small>	Serveurs à la demande comportant SSD locales, processeurs puissants Intel ® Xeon ®, et 40 Gbps de débit hautement disponible pour chaque hôte.
 RACKSPACE™ CLOUD BLOCK STORAGE <small>POWERED BY OPENSTACK™</small>	Rapide, stockage fiable pour les applications I/O-intensive. Choisissez volumes standard ou SSD, connectés aux serveurs cloud via notre réseau rapide.
 RACKSPACE™ CLOUD FILES™ <small>POWERED BY OPENSTACK™</small>	Facile à utiliser le stockage en ligne de fichiers et de médias . Fournir du contenu à l'échelle mondiale auprès de vos utilisateurs sur le contenu réseau de distribution d'Akamai (CDN).
 RACKSPACE™ CLOUD BACKUP	sauvegarde de niveau fichier pour vos serveurs cloud. Nuage de sauvegarde vous permet de protéger et de restaurer des fichiers importants rapidement.
 RACKSPACE™ CLOUD DATABASES <small>POWERED BY OPENSTACK™</small>	Haute performance des bases de données MySQL dans le cloud , avec une configuration de redondance intégrée et automatisée pour économiser du temps.
 RACKSPACE™ CLOUD LOADBALANCERS	Facile à configurer, le basculement fiable pour votre site à fort trafic ou application hébergée sur les serveurs cloud ou nuage de bases de données.
 RACKSPACE™ CLOUD MONITORING	Surveillance nuage vous permet de rester au top de votre infrastructure en recevant des alertes à tout moment vos URL, ports ou protocoles ont besoin d'attention.

VIII. Le stockage et la gestion des données dans le Cloud :

1. Définition du stockage dans le cloud :

Selon AWS « Le stockage dans le cloud est un modèle de cloud computing qui stocke les données sur Internet via un fournisseur de cloud computing qui gère et exploite le stockage des données en tant que service. Il est livré sur demande avec une capacité et des coûts « juste-à-temps », et il vous économise l'achat et la gestion de votre propre infrastructure de stockage de données. Cela vous offre agilité, envergure mondiale et durabilité, avec un accès aux données « n'importe quand, n'importe où ».

Les applications accèdent au stockage dans le cloud via les protocoles de stockage traditionnels ou directement via une API. De nombreux fournisseurs proposent des services complémentaires conçus pour aider à collecter, gérer, sécuriser et analyser les données à très grande échelle (big data).

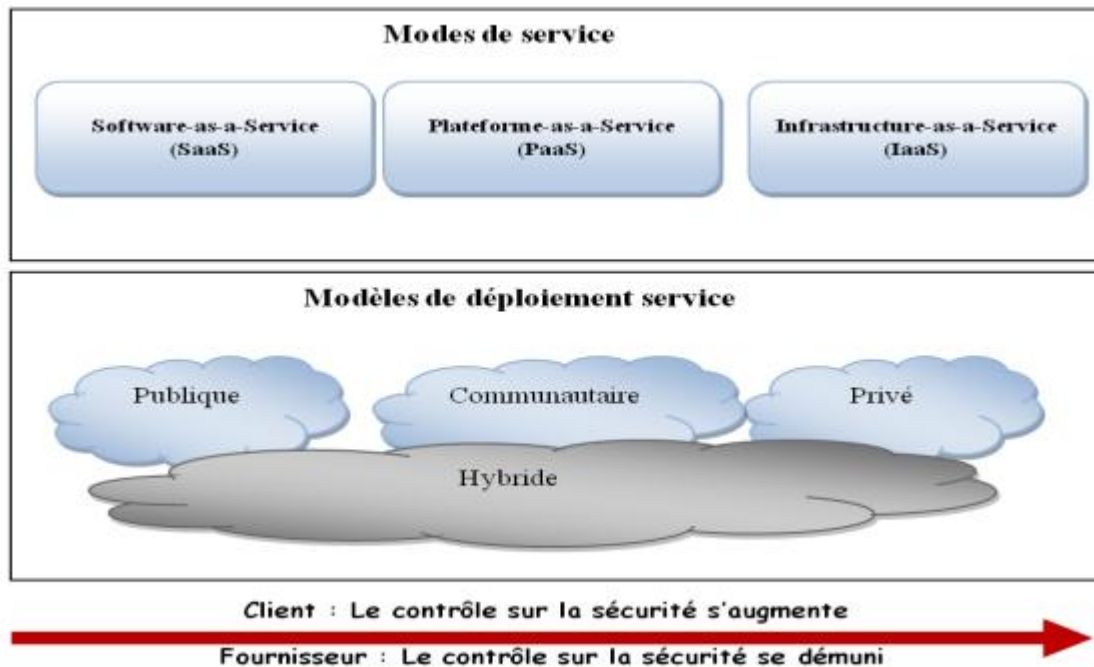
2. Utilité de l'utilisation de stockage en ligne :

- ♦ **Durabilité et disponibilité :** Toutes les données doivent être disponibles lorsque vous en avez besoin. ces données doivent être stockées de manière redondante, idéalement dans plusieurs installations et sur plusieurs périphériques dans chacune d'elles. Des catastrophes naturelles, une erreur humaine ou des défaillances mécaniques ne doivent pas entraîner de perte de données.
- ♦ **Sécurité :** Dans l'idéal, toutes les données sont chiffrées, qu'elles soient au repos ou en transit. les différentes solutions Cloud comportent des mécanismes de confidentialité comme la gestion des identités et des accès, l'isolation ou le cryptage.
- ♦ **Répondre à des besoins à court terme :** Cloud Computing permet de réduire la nécessité d'immobiliser des capacités de stockage avant que ces capacités ne soient nécessaires.

IX. Sécurité et conformité dans le Cloud

1. Le contrôle sur la sécurité dans le Cloud

Contrairement aux technologies traditionnelles où une seule entité assume toute la responsabilité de contrôle sur la sécurité. Cette responsabilité dans le Cloud est partagée entre les différents acteurs de ce système (fournisseur, consommateur, broker etc). Selon le NIST, le contrôle sur la sécurité se varie selon les modèles de déploiement et les modes de services à cause des niveaux d'abstraction des services et aussi selon les besoins des consommateurs. La figure 6 représente le contrôle sur la sécurité partagée entre le consommateur et le fournisseur de service selon le modèle de NIST.



Comme il est montré dans la figure 6 les consommateurs exercent plus de contrôle sur la sécurité des ressources et des services en partant du déploiement public vers le déploiement communautaire et du déploiement communautaire vers le déploiement privé et la cas contraire pour le fournisseur de service. Généralement, un déploiement privé peut avoir moins de risques de sécurité qu'un déploiement public ou bien communautaire mais bien sur qui n'est pas toujours le cas. Le contrôle sur la sécurité se varié aussi selon les niveaux d'abstraction des ressources pour le consommateur et le fournisseur de service. Pour le consommateur, ce contrôle s'augmente en partant du mode de service SaaS au mode de services PaaS et du mode de service PaaS au mode IaaS. Le fournisseur de service peut exècre moins de contrôle sur la sécurité en passant du mode de service SaaS vers le mode de service PaaS et du mode SaaS vers le mode IaaS.

2. Les domaines de sécurité dans le Cloud :

Plus des problèmes de sécurisation habituels dans les systèmes informatiques traditionnels, des risques supplémentaires sont liés au Cloud à cause de l'externalisation des services stratégiques auprès d'un fournisseur externe et l'architecture Cloud ouvert basée sur les réseaux. Ceci rend l'assurance de l'intégrité, la confidentialité et la disponibilité des données et des services ainsi que l'établissement d'une conformité à une politique ou bien à une réglementation de plus en plus difficile.

2.1. La sécurité des données : dans le cloud, les données de l'entreprise sont stockées en dehors de leur frontière chez le fournisseur de service. En conséquence, le fournisseur de service doit adopter

plus de vérification pour assurer la sécurité des données de leurs utilisateurs. Le fournisseur de service doit utiliser des techniques de cryptographie pour prévenir les violations causées par les vulnérabilités de sécurité (infrastructure physique partagée entre plusieurs clients). Comme il conseille que l'entreprise elle-même crypte ses données avant de les héberger chez le fournisseur Cloud.

La localisation des données est un autre problème de sécurité des données dans le Cloud où l'entreprise utilise l'application du fournisseur pour le traitement sans avoir l'information sur la localisation de ces données. Cela peut causer des problèmes dus à la conformité et les lois de la vie privée dans les différents pays.

2.2. La sécurité des réseaux : Lors l'utilisation d'un service Cloud, par exemple l'utilisation d'un service d'application par l'entreprise, les données critiques de cette entreprise sont hébergées chez le fournisseur de service via le réseau. Ces données sont stockées chez ce fournisseur et traitées ensuite par l'application service de ce dernier. Pour prévenir la violation de ces données critiques et assurer la sécurité de ces dernières lors du transfert via le réseau des techniques fortes pour la cryptographie du trafic réseau sont utilisées comme : Secure Socket Layer (SSL) et Transport Layer Security (TLS).

2.3. La gestion des identités et de contrôle d'accès : Les entreprises qui utilisent les services Cloud doivent avoir la certitude que d'une part, les utilisateurs autorisés au sein de l'entreprise ont l'accès aux informations nécessaires et aux outils dont ils ont besoin, quand ils ont besoin, et que, d'autre part, les accès non autorisés à ces ressources sont bloqués. L'authentification et l'autorisation sont les éléments principaux des politiques de sécurité dans le Cloud. Ces derniers gèrent les accès aux ressources Cloud.

La coordination des authentifications et des autorisations avec les systèmes de l'entreprise doit être assurée par des capacités de fédération des identités et des connexions rapides. Une procédure de signature unique (SSO) fondée sur les standards simplifie la connexion des utilisateurs aux applications internes et au Cloud pour leur permettre de profiter facilement et rapidement des services Cloud. Cette procédure permet aussi la protection des attributs des utilisateurs.

2.4. La sécurité des environnements de virtualisation : La virtualisation est l'élément clé pour la réussite du cloud computing. Au même temps cette technique est la cause de la majorité des risques de sécurité dans le Cloud où lors l'approvisionnement des services il faut assurer l'isolement entre les

différentes machines virtuelle des différents clients qui sont exécutées sur la même machine physique et le contrôle d'administrateur dans le système d'exploitation dans la machine hôte et la machine invitée.

2.5. La sécurité des APIs : La relation entre le service et les autres entités dans le Cloud est déterminé à travers les interfaces de programmations des applications (APIs). Ces APIs se varié d'un mode de service à un autre et d'un fournisseur Cloud à un autre. Les services web sont les briques de base pour la construction d'une architecture orientée service SOA dans le Cloud. On distingue deux types des APIs Cloud : les APIs standards et les APIs spécifiques (spécifiques pour un seul fournisseur). Les APIs spécifiques ne permettent que les appels APIs autorisées par l'utilisation des mécanismes d'authentification tels que l'utilisation des ID et des clés d'authentification. L'utilisation des APIs spécifiques rend le client lié à un seul fournisseur de service mais donne plus d'offre de sécurité. D' autre part, les APIs standards fournie des services d'interopérabilités pour les clients en plus de l'utilisation des standards de sécurité mais ces standards sont fréquemment ciblées par les intrus.

X. Les bénéfices potentiels et les limites de l'utilisation du Cloud Computing

1. Les bénéfices :

- ♦ **Scalabilité :** C'est l'aptitude de l'application à maintenir son niveau de performance face à une augmentation de la charge, et ceci par augmentation de la capacité des ressources hardware, et sans modification de l'application elle-même.
- ♦ **Flexible:** La 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
- ♦ **Réduction du temps de déploiement :** Avec le Software as a Service, les temps de déploiement sont réduits a quelques minutes en opposition avec les nombreux mois que cela peut demander dans le modèle traditionnel. Généralement, il suffit de créer un compte client chez son fournisseur, de renseigner quelques informations, de configurer l'application en fonction de ses besoins, et voilà.

- ♦ **Aucune installation, entretien, retouché , mises à jour:** Le logiciel n'est pas la propriété du client mais bien du fournisseur. C'est donc à lui qui tombe la responsabilité de maintenir, dépanner, mettre à jour et surveiller les infrastructures et applications.
- ♦ **Pay-as-you-go:** Paiement en fonction de la consommation réelle, sur une base d'abonnement forfaitaire.
- ♦ **Répondre à des besoins à court terme :** Cloud Computing permet de réduire la nécessité d'immobiliser des capacités informatiques avant que ces capacités ne soient nécessaires. Et lorsqu'une ressource est nécessaire uniquement pendant une période précise il est intéressant d'allouer cette ressource pendant cette période plutôt que de la posséder.

2. Les limites

- ♦ **Sécurité et Confidentialité :** La sécurité est l'une des principales préoccupations concernant l'adoption du cloud. Il ya toute une gamme de problèmes de sécurité et de confidentialité, y compris les composants de partage de données entrant et sortant, la sécurité des données et des APIs, dans les systèmes de BD, etc...

Pour assurer la confidentialité, les différentes solutions Cloud doivent comporte des mécanismes de confidentialité comme la gestion des identités et des accès, l'isolation ou le cryptage.

- ♦ **Scalabilité (Passage à l'échelle) :** Comment évoluer efficacement les performances du cloud selon que les demandes accroit ou décroît ?

La capacité augmente et diminué selon les conditions définit par l'utilisateur. Le nombre d'instances utilisés augmente de façon continue durant les pics de demandes pour maintenir la performance, et diminue automatiquement durant la baisse des demandes pour minimiser les coûts.

- ♦ **L'interopérabilité :***Comment permettre aux utilisateurs de bénéficier des services de Cloud Computing, composées de multiples sources de données et potentiellement distribué sur des plates-formes de cloud multiples.*

L'architecture cloud permet l'interopérabilité entre les plates-formes, mais les API Cloud se sont encore essentiellement exclusive, ou du moins n'ont pas fait l'objet d'une normalisation. Ainsi, les clients ne peuvent pas facilement extraire les données et les programmes d'un site pour qu'ils fonctionnent sur un autre.

La solution évidente est de standardiser les API (architecture homogène) de sorte qu'un développeur pourrait déployer des services SaaS et de stockage à travers plusieurs fournisseurs Cloud (la défaillance d'une entreprise ne causer pas la perte de toutes les copies de données clients).

- ♦ **La fiabilité et la résilience :** *Les plans de relance et des techniques de tolérance aux pannes sont nécessaires dans les environnements de Cloud Computing :*

Le SLA, Service Level Agreement, est le document qui définit le niveau de service garanti par le fournisseur cloud à ses clients. Qu'il s'agisse de consommation de ressources cloud (serveurs, stockage, bande passante) ou de logiciels consommés en mode service (les SaaS) il est important que le fournisseur soit en mesure de quantifier le niveau de service qu'il peut offrir et les compensations éventuelles en cas de problèmes.

- ♦ **La portabilité :** *Les développeurs ne veulent pas être dépendants d'un fournisseur particulier. Comment concevoir un environnement standard pour PaaS ?*

- Définir un plan de réversibilité assurant le transfère vers un autre fournisseur afin de limiter le couplage avec le fournisseur de services. L'utilisation de deux fournisseurs cloud ou plus peut être une opportunité intéressante pour l'organisation qui permet d'atténuer les risques liés à un opérateur cloud unique, soit la hausse de prix, la modification des aspects légaux et l'acquisition du fournisseur par un tiers.

- ♦ **La Migration :** *Comment supporté des applications légataires (existantes), des modèles de programmation, issue des modèles de gestion de données ...*

-C'est quand vous déciderez de migrer vos applications sur le cloud, et tenterez de faire correspondre les caractéristiques techniques de vos systèmes avec celle proposées par le cloud, vous remarquerez probablement que le cloud ne vous fournit pas tout à fait les mêmes caractéristiques de ressource. Qui de dire alors « le cloud ne me propose pas plus de telle quantité X de mémoire vive sur le serveur », ou encore« une instance seule devrait pouvoir fournir à ma base de données un meilleur débit d'entrée / sortie ».Comprenons-nous bien ; le cloud fournit des ressources logiques, qui prennent toute leur dimension lorsqu'elles sont utilisées conjointement avec l'ajustement à la demande de la capacité.

-Sur le plan technologique, le SaaS a eu pour effet de simplifier considérablement les phases de migration et de transfert en affranchissant les entreprises de tout processus d'intégration complexe et coûteux. En effet, le modèle SaaS permet de déployer, en temps quasi réel, une application accessible depuis tout PC ou mobile connecté à Internet.

- ♦ **La réglementation :** *Localisation des données, la conservation des données, l'accès par sujet, la suppression de données après le traitement, la responsabilité des prestataires de services qui impose la loi de protection des données.*

Les aspects juridiques et légaux ne sont ni plus ni moins que ceux d'un contrat de services. Deux points sont tout de même à surveiller.

-De par de prestataire de service, les données qu'on lui confie peuvent se trouver dans n'importe lequel de ses centres de données, et donc tomber sous la législation particulière du pays où se trouve ce centre. Du fait des systèmes (infrastructures ou applications) délocalisés, le contrat entre les deux parties doit bien préciser le pays de l'exécution du contrat, sinon en cas de litige c'est la loi du pays où résident les serveurs qui s'applique. Ceci peut avoir des conséquences dans le cas où ce pays hébergeant les serveurs applique des règles moins strictes.

-La relation, surtout dans le Cloud public, n'est pas similaire à la relation contractuelle habituelle entre deux partenaires. Ici, les conditions définies par le vendeur paraissent non négociables. Ici on portera attention sur l'auditabilité, les SLAs, les pénalités, la réversibilité, la propriété des données. Pour gérer ce problème les opérateurs SaaS ne déploient pas des centres de données dans des pays critique comme la chine. De plus ils proposent peu à leurs clients de s'engager à ce que leurs données soient hébergées dans leurs régions (les données ne tomberont pas sous le coup d'une réglementation).

- ♦ **L'efficacité énergétique :** *Comment est-il possible que les applications de cloud varient en termes de consommation d'énergie? Est-il sensé d'effectuer une classification des applications en termes de consommation?*

Les équipements informatiques consomment de l'énergie et émettent du dioxyde de carbone. Cela se traduit pour l'entreprise par une facture électrique qui ne cesse de grossir et un comportement environnemental peu solidaire. La consommation d'énergie est liée aux postes de travail et des centres de données en termes de temps processeur et de la charge de réseau ainsi que le taux d'utilisation de la bande passante.

Le modèle Cloud aide à réduire la sous utilisation des ressources informatiques. En effet, d'après plusieurs études concordantes, un serveur d'entreprise en mode classique est utilisé en moyenne pour 10% du temps mais reste branché en permanence, consommant une grande quantité d'électricité inutile et occupant de l'espace. En mode Cloud, le même service applicatif est rendu sur des ressources partagées et les temps de « sommeil » de l'application permettent l'utilisation des ressources par d'autres applications. Ceci influe logiquement sur la fabrication de matériels informatiques, très gourmande en ressources primaires (eau), nocives (plomb, arsenic, mercure et oxyde de zinc) et précieuses (or).

Les acteurs du cloud sont assez avancés dans la réduction de ces impacts:

- il utilise des dispositifs de ventilation mieux optimisés,
- ils commencent à utiliser des énergies renouvelable dans leurs centres de données et en plus

- l'augmentation des prix pour les applications qui consomment beaucoup d'énergie

L'utilisation de la consolidation et la virtualisation afin de s'orienter vers la conservation de l'environnement.