

## Évolution vers le distribué : la virtualisation et le Cloud

La diversité et la multiplicité des usages entraînent une **complexification croissante** de l'architecture. Par ailleurs, la plus grande richesse de contenu traitée par les applications a entraîné une augmentation de besoin en **volume** et en **capacité** de traitement.

Ces évolutions ont été permises par l'émergence rapide des techniques de virtualisation qui ont donné naissance au Cloud.

### La virtualisation

Jusque dans les années 1990, les applications, les traitements et les données étaient hébergés sur des serveurs physiques. Ce terme désigne un ordinateur avec un système d'exploitation (comme Windows) équipé d'éléments de réseau pour pouvoir communiquer et de logiciel pour offrir des services.

**La virtualisation consiste à faire fonctionner plusieurs systèmes d'exploitation simultanément sur une seule machine physique.**

En comparant le système d'exploitation à un passager et le serveur à la voiture, il est aisé d'imaginer qu'un monospace avec 4 passagers est bien mieux utilisé que 4 citadines avec son seul conducteur. Il consomme certes un peu plus, mais toujours moins que 4 automobiles.

Mais au fait, pourquoi on virtualise ?

La virtualisation offre de nombreux avantages :

- Comme pour les voitures : on **optimise** l'espace, la consommation, la puissance !
- L'administration des serveurs virtualisés est centralisée et permet de gérer des parcs de machines virtuelles pouvant aller jusqu'à **plusieurs milliers d'unités**.
- La **disponibilité** des plateformes virtualisées est souvent **plus importante** que celle de serveurs physiques équivalents, car ils sont sujets aux pannes.
- La **répartition** de la charge de travail entre machines virtualisées est gérée de manière **automatique**.
- Les infrastructures virtualisées sont beaucoup **moins gourmandes en électricité et en climatisation** qu'un ensemble de serveurs physiques. C'est important en cette période, où nous devons faire des économies d'énergie pour protéger notre planète !

Le seul inconvénient de la virtualisation, c'est que le logiciel que l'on installe sur le serveur physique pour la rendre possible consomme environ 15 % de la puissance du serveur physique. À ce prix, pourquoi s'en priverait-on, hein ?

Comment applique-t-on la virtualisation au SI ?

Et bien, grâce à ce procédé, les DSI sont en mesure de virtualiser l'ensemble des composants du SI : les applications, les systèmes, les systèmes de fichiers, le poste de travail client et les réseaux.

En fonction des besoins de l'entreprise, la DSI choisit les composants à virtualiser. Ces techniques permettent à la DSI d'améliorer la mobilité des postes clients, unifier les services de messagerie par exemple, ou bien encore assurer la haute disponibilité du SI.

Cette partie nous a permis de comprendre ce qu'est la virtualisation. Les avantages qu'elle procure aux architectures sont tellement importants que la virtualisation a donné naissance à un nouveau modèle d'architecture : le **cloud computing**.

La tendance qui consiste pour les entreprises à adopter un mode de fonctionnement « Cloud » pour leur SI est une tendance de fond, qui transforme complètement le modèle économique l'exploitation du SI pour l'entreprise. Dans ce contexte, qu'est-ce que le cloud computing ? Quels sont les services offerts ? Quels en sont les enjeux ?

## Contexte Historique

### Avant le Cloud (années 1990-2000) :

- Les entreprises possédaient leurs propres serveurs physiques....
- Investissements lourds en infrastructure (**data centers**)
- Gestion complexe et coûteuse
- Capacité fixe, difficile à faire évoluer
- Maintenance 24/7 nécessaire...

### L'émergence du Cloud (années 2000+) :

- 2006 : AWS (Amazon Web Services) lance **EC2**, révolution du cloud computing
- Démocratisation de l'accès aux ressources informatiques
- Modèle "pay-as-you-go" (payer uniquement ce qu'on utilise)
- Accessibilité mondiale via Internet

### Aujourd'hui :

- Le cloud est devenu la norme pour la majorité des entreprises
- Marché estimé à plus de 500 milliards de dollars
- Acteurs majeurs : AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Platform

## Pourquoi le Cloud Computing ?

### Problèmes résolus par le cloud :

1. **Coûts d'infrastructure** : Pas besoin d'acheter des serveurs
2. **Scalabilité** : Augmenter/réduire les ressources selon les besoins
3. **Accessibilité** : Accès depuis n'importe où avec Internet
4. **Maintenance** : Le fournisseur gère l'infrastructure physique
5. **Innovation rapide** : Déploiement accéléré de nouvelles applications
6. **Reprise après sinistre** : Sauvegardes et réplication automatiques

## Définition

Le **Cloud Computing** (informatique en nuage) est la fourniture de services informatiques (serveurs, stockage, bases de données, réseaux, logiciels, analyses, intelligence) via Internet ("le cloud") avec une tarification à l'utilisation.

**En termes simples :** Au lieu de posséder et maintenir des serveurs physiques et des data centers, vous louez l'accès à ces ressources depuis un fournisseur cloud.

## Le cloud computing ou l'informatique en nuage

Le **Cloud Computing** est modèle de consommation des ressources informatiques qui permet **d'adapter** la consommation **aux besoins** (à la demande) tout en s'affranchissant des contraintes matérielles et logicielles. On pourrait aussi dire de manière plus triviale que c'est pouvoir utiliser des ressources informatiques sans les posséder.

On loue à la demande des serveurs à des fournisseurs externes comme Google avec Google Cloud Platform, OVH, Microsoft avec Azure ou Amazon avec Amazon Web Services (les fameux AWS.) Ces prestataires fournissent des services.

Pour bien comprendre la notion de services, prenons l'exemple de la musique. Avant l'avènement du cloud, pour écouter votre morceau préféré, vous aviez besoin du CD, du lecteur muni de ses enceintes.

Aujourd'hui, un smartphone connecté à Internet suffit. On utilise un service qui remplace le matériel.

Pour résumer, on peut dire que le cloud permet :

- **Un service à la demande** : c'est le client qui choisit le service de musique à la demande
- **Un accès par le réseau** : un smartphone connecté à Internet suffit pour écouter de la musique
- **Une mutualisation des ressources** : nous sommes des millions à utiliser les ressources de ce service
- **Une flexibilité sur les ressources** : votre bibliothèque musicale grandit ? Pas de souci, il suffit de demander pour obtenir plus d'espace.
- **Un service mesuré** : le prestataire vous informe en temps réel de votre consommation et donc de votre facturation !

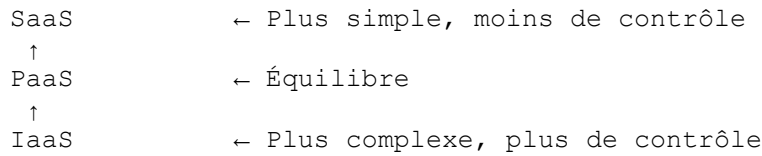
Ces caractéristiques me rappellent quelque chose, pas vous ? Eh oui, la virtualisation des composants rend ces prodiges possibles, car elle permet de fournir le **volume de stockage** et la **puissance de calcul** de manière adaptée et instantanée.

Quels sont les différents types de services offerts par le cloud ?

Les prestataires offrent 3 grands types de services que l'on peut schématiser ainsi : **IaaS, PaaS et SaaS**.

## Services IaaS, PaaS et SaaS

Les trois principaux modèles de service forment la "**Pyramide du Cloud**" :



### 1. IaaS : l'infrastructure en tant que service

IaaS pour *Infrastructure As A Service* signifie Infrastructure en tant que service. Il s'agit du premier service que l'on rencontre dans le Cloud.

Pas besoin d'acheter un ensemble de matériel pour installer votre infrastructure, les entreprises se contentent de le louer. Très pratique pour disposer de serveurs disponibles, de dernière génération et très rapidement disponibles.

Le fournisseur (AWS, Azure...) loue un **parc informatique virtualisé** créé et géré par lui-même dans son centre de données, à distance. Une couche logicielle de virtualisation sur les serveurs de son centre de données.

Les architectes de l'entreprise peuvent alors définir l'infrastructure virtuelle sur laquelle sera hébergée tout ou partie des composants du SI. La société économise ainsi l'achat de tout ou partie des matériels de son système informatique.

Fourniture d'infrastructure informatique virtualisée (serveurs, stockage, réseau) via Internet. **Le client gère tout sauf le matériel physique.**

#### Composants fournis :

- Machines virtuelles (compute)
- Stockage (storage)
- Réseau virtuel (networking)
- Équilibreurs de charge
- Pare-feu virtuels

#### Qui gère quoi :

- **Fournisseur** : Infrastructure physique, virtualisation, data centers
- **Client** : Systèmes d'exploitation, middleware, applications, données

#### Exemples de fournisseurs :

- Amazon Web Services (AWS) EC2
- Microsoft Azure Virtual Machines
- Google Cloud Compute Engine

### Cas d'usage typiques :

- Migration d'infrastructure existante vers le cloud (lift-and-shift)
- Hébergement de sites web et applications
- Environnements de développement et test
- Big Data et calcul haute performance
- Sauvegarde et disaster recovery

**Avantages :** ☐ Contrôle total sur l'infrastructure ☐ Flexibilité maximale ☐ Pas d'investissement matériel initial ☐ Scaling rapide

**Inconvénients :** ☐ Requiert expertise système et réseau ☐ Client responsable de la sécurité OS/applications ☐ Gestion et maintenance complexes

## 2.PaaS : Plateforme en tant que service

Le deuxième service est le PaaS, pour *Plateforme As A Service* signifie Plateforme en tant que service.

Le fournisseur loue une **plateforme** permettant l'exécution complète d'applications comprenant un ensemble de machines virtuelles en réseau avec les outils pour la distribution des applications, le stockage, la sauvegarde, l'archivage, la surveillance la sécurité, etc..

Les développeurs de l'organisation utilisent cette plateforme pour construire leurs applications. Un service de ce type offre une très grande souplesse, on parle d'**élasticité**, c'est-à-dire une capacité d'adaptation immédiate aux besoins (croissance ou diminution) et une mutualisation des coûts. L'organisation économise ainsi l'achat d'une infrastructure matérielle et logicielle propre pour tout ou partie de son système informatique.

Pour vous donner un exemple, les solutions DropBox ou Google Drive que vous utilisez certainement sont des solutions PaaS. Il s'agit de plateforme de stockage *As A Service* dans le cloud.

Fourniture d'une plateforme **complète de développement et déploiement**. Le fournisseur gère infrastructure ET plateforme, **le client se concentre sur le code**.

### Composants fournis :

- Environnement d'exécution (runtime)
- Middleware
- Systèmes d'exploitation
- Outils de développement
- Base de données managée
- Services d'intégration
- Scaling automatique

## Qui gère quoi :

- **Fournisseur** : Infrastructure, OS, middleware, runtime, scaling
- **Client** : Code applicatif, configuration, données métier

## Exemples de fournisseurs :

- Google App Engine
- Microsoft Azure App Service
- AWS Elastic Beanstalk
- Red Hat OpenShift
- Cloud Foundry

## Cas d'usage typiques :

- Développement d'applications web modernes
- **APIs REST** et microservices
- Applications mobiles backend
- **Prototypage rapide** (MVP)
- **DevOps et CI/CD**

**Avantages** : ☐ Développement plus rapide ☐ Pas de gestion infrastructure ☐ Outils intégrés (CI/CD, monitoring) ☐ Scaling automatique ☐ Focus sur le code métier

**Inconvénients** : ☐ Moins de contrôle qu'IaaS ☐ Risque de **vendor lock-in** ☐ Limitations des langages/frameworks supportés ☐ Coût potentiellement plus élevé

## 3.SaaS : Logiciel en tant que service

Enfin, le dernier service que propose les acteurs du cloud est le SaaS pour **Software As A Service** signifie Logiciel en tant que service.

Ici, le fournisseur loue une ou plusieurs applications accessibles au travers d'un simple navigateur Web. Par exemple, la solution de Google qui s'appelle Google Apps comprend des services professionnels de messagerie, de visioconférence, de stockage en ligne et d'édition de document bureautique. Microsoft offre le même niveau de service avec Office 365. En gros, vous n'utilisez plus les logiciels Word de façon physique (vous vous souvenez ? Il fallait installer via un CD-ROM Microsoft Office). Désormais, il vous suffit d'aller sur leur site.

Toutes les couches matérielles et logicielles sous-jacentes aux applications sont cachées aux utilisateurs et mises à disposition dans le cadre de l'utilisation du ou des logiciels.

Ce genre de service ouvre la perspective de SI accessibles en tout lieu, à tout moment et via n'importe quel appareil connecté (ordinateur, tablette, smartphone, téléviseur connecté, véhicule connecté...). Vous comprenez aisément que cela a un impact majeur sur le fonctionnement même des entreprises.

Fourniture d'applications **logicielles complètes** via Internet. L'utilisateur accède au logiciel fini, tout est géré par le fournisseur.

### Composants fournis :

- Application complète et fonctionnelle
- Infrastructure sous-jacente
- Mises à jour automatiques
- Support utilisateur
- Sécurité intégrée

### Qui gère quoi :

- **Fournisseur** : **TOUT** (infrastructure, OS, middleware, application)
- **Client** : Configuration, gestion des utilisateurs, données métier

### Exemples de fournisseurs :

- **Bureautique** : Microsoft 365, Google Workspace
- **CRM** : Salesforce, HubSpot
- **Collaboration** : Slack, Zoom, Microsoft Teams
- **Comptabilité** : QuickBooks Online, Sage
- **RH** : Workday, BambooHR
- **Marketing** : Mailchimp, Marketo
- **Gestion projet** : Asana, Trello, Monday.com

### Cas d'usage typiques :

- Suite bureautique (Word, Excel, email)
- CRM et gestion commerciale
- ERP pour PME
- Collaboration d'équipe
- Marketing automation

**Avantages** : ☐ Déploiement immédiat ☐ Aucune maintenance ☐ Accessible de partout ☐ Mises à jour automatiques ☐ Coûts prévisibles (abonnement) ☐ Pas de compétences IT requises

**Inconvénients** : ☐ Peu/pas de personnalisation ☐ Dépendance totale au fournisseur ☐ Moins de contrôle sur les données ☐ Nécessite connexion Internet

## 4.4 Comparaison Visuelle des Modèles de Service

| QUI GÈRE QUOI ? |            |        |        |        |
|-----------------|------------|--------|--------|--------|
| Composant       | On-Premise | IaaS   | PaaS   | SaaS   |
| Applications    | VOUS       | VOUS   | VOUS   | VENDOR |
| Données         | VOUS       | VOUS   | VOUS   | VENDOR |
| Runtime         | VOUS       | VOUS   | VENDOR | VENDOR |
| Middleware      | VOUS       | VOUS   | VENDOR | VENDOR |
| O/S             | VOUS       | VOUS   | VENDOR | VENDOR |
| Virtualisa.     | VOUS       | VENDOR | VENDOR | VENDOR |
| Serveurs        | VOUS       | VENDOR | VENDOR | VENDOR |
| Stockage        | VOUS       | VENDOR | VENDOR | VENDOR |

|        |      |        |        |        |
|--------|------|--------|--------|--------|
| Réseau | VOUS | VENDOR | VENDOR | VENDOR |
|--------|------|--------|--------|--------|

## En résumé

- Un SI repose sur un ou plusieurs systèmes informatiques eux-mêmes composés de différents éléments comme des ordinateurs et des équipements de communications.
- Plusieurs types de déploiements sont possibles : **centralisé** ou **réparti** tant au niveau des traitements, des données que des utilisateurs du SI.
- La **virtualisation** permet de faire cohabiter sur un même serveur physique des systèmes d'exploitation différents.
- La tendance majeure des dernières années consiste à distribuer les différents composants d'un système informatique comme le **Cloud**.
- Les fournisseurs du cloud proposent 3 **services** (IaaS, PaaS, SaaS) et **déploiements types** d'architecture Cloud sont possibles (privé, public, hybride...).

Ref :

<https://reds.heig-vd.ch/share/cours/aro/ARO1/01.Introduction.pdf>