

# Cloud Computing : Applications en République Democratique du Congo.

One Nsulu Mwembo Am'siri<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> (Université Pédagogique Nationale (UPN), DR.Congo)

---

## Resume:

L'intégration des Technologies de l'information et de la communication(TIC) dans les infrastructures pédagogiques congolaises est à leur début, l'arrivée du système LMD dans notre système éducatif vient mettre au grand jour les forces et faiblesses de notre environnement pédagogique. Dans cet article, nous montrons l'apport que peut jouer le cloud computing dans le support et l'amélioration de notre système éducatif, en appuyant l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de télécommunications dans l'enseignement congolais. Le cloud computing permet aux institutions d'enseignement d'implémenter des architectures capables de fonctionner dans notre environnement social qui lui connaît l'instabilité de l'énergie électrique, le manque de maintenance préventive, etc. Le Cloud Computing, ce modèle informatique distribué, configurable de manière dynamique, offrant une puissance de calcul élevée et un espace de stockage consistant au travers des réseaux de communication, peut être un alié de taille dans les applications pour la didactique en RD Congo.

**Mots Cles:** Cloud Computing; Didactic; Networking; Project based learning.

---

Date of Submission: 08-06-2022

Date of Acceptance: 24-06-2022

---

## I. Introduction

Le Cloud Computing peut être défini comme un modèle informatique distribué et spécialisé, configurable de manière dynamique, mutualisée, évolutive (Puissance de calcul élevée, espace de stockage important, etc.) et fourni à la demande via des réseaux de communication. Ce nouveau paradigme offre plusieurs avantages comme le déploiement rapide, le paiement à l'usage, la réduction de coûts, l'évolutivité facile, la délivrance plus rapide de service, l'accès au réseau omniprésent, etc. (voir Figure 0-1). En raison de ces diverses caractéristiques, le Cloud Computing devient une solution intéressante pour les entreprises et les chercheurs.

Le Cloud computing est considéré comme un système entièrement virtualisé, permettant à la fois le calcul, le stockage et l'utilisation des ressources logicielles ainsi que les serveurs en tant que plate-forme unique. Les services de gestion de données sont actuellement exploités dans l'environnement local d'utilisateur, mais ils sont servis à distance par des fournisseurs de services Cloud (CSP Cloud Service Provider).

Le Cloud Computing est devenu un nouveau paradigme surutilisé pour l'hébergement et la fourniture des ressources via Internet. Il représente la cinquième génération de l'informatique après les mainframes, les ordinateurs personnels, le paradigme client/serveur et le web (World Wide Web). Elle représente le fait de proposer une application sous forme de service. Les années 80 furent aussi le début de la technologie de virtualisation. Tous ces concepts et technologies ont amené, petit à petit, à inventer une nouvelle manière de proposer l'informatique « comme un service ».

Le Cloud Computing ou « informatique dans les nuages » en français promet en théorie de révolutionner le monde de l'Information et Technologie (IT) en proposant des services accessibles à la demande au Travers d'internet. A partir de 2010 le Cloud Computing a été massivement médiatisé, les rachats stratégiques s'enchaînent, les offres se multiplient. En réalité, c'est une notion qui reste assez confuse, c'est un terme à la mode et souvent utilisé de manière abusive à des fins marketings. Mais la tendance est bel et bien réelle et présente toutes les grandes entreprises du domaine informatique s'engageant très fortement dans cette nouvelle approche. D'ici à 2030, les dépenses informatiques liées au cloud devraient être d'environ 50 milliards de dollars de dépenses dans les technologies du cloud (logiciels et matériels), soit 5% des investissements TIC mondiaux. Aujourd'hui, quasiment toutes les entreprises, de la petite PME à la grande multinationale, ont recours à l'informatique pour gérer leurs activités. Jusqu'à maintenant, la solution qui prédominait était de disposer de ressources locales avec un grand nombre de paramètres à gérer, maintenance, mise à jour, refroidissement, sécurité, sauvegardes, interface logicielle etc.

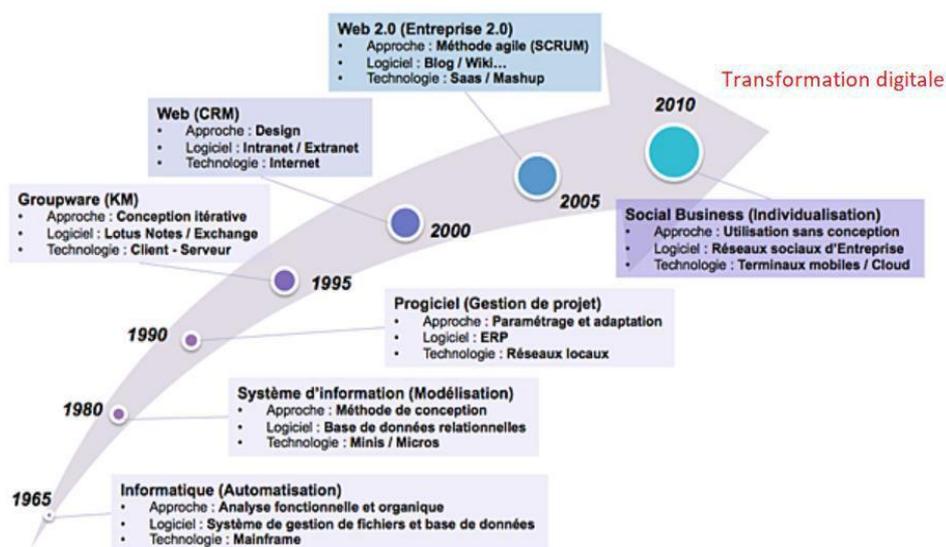


Figure 1 – Les différentes étapes de la numérisation des organisations (source : Mise en œuvre d'Office 365, gestion de projet et conduite du changement – ENI Éditions)

En termes de concepts autour de la numérisation, nous pouvons en ressortir quatre grandes idées : l'expérience client (plateformes d'e-commerce, gestion de la relation client (Customer Relationship Management – CRM), Bring Your Own Device (BYOD), mobilité, identité numérique), la collaboration (digital workspace, search based applications, réseaux sociaux, web conferencing), les outils logiciels (Big Data / Analytics, Dataviz, Massive Open Online Course (MOOC), Apps, Web TV) et les dispositifs technologiques (cloud computing, terminaux mobiles, paiement NFC, objets connectés, équipements autonomes).

Le point commun autour de ces quatre éléments est bien évidemment la **Donnée Numérique**. En effet, de nombreuses applications de plus en plus efficaces et innovantes se développent de jour en jour, capables de traiter de gros volumes de données et de croiser plusieurs sources d'informations, de telles sortes que les sociétés numériques en deviennent de plus en plus dépendantes. A l'heure actuelle, les données nous donnent la possibilité de faire des choix, de prendre des décisions, de nous faciliter la vie au quotidien, mais surtout nous permettent de vivre dans ces sociétés allant vers le tout-numérique. Ainsi, la Data devient un élément majeur qu'il convient de protéger efficacement, et ce quel que soit son emplacement.

De plus, à la vue de l'explosion du nombre de vol de données au cours de ces dernières années, qui fait suite aux nombreux scandales d'espionnage industriel, aux évolutions des formes d'intelligence économique ou encore aux développements rapides de nouvelles formes de cyberattaques, la protection des données devient de nos jours un enjeu stratégique. En effet, les conséquences en cas de non-protection peuvent aller de la réputation écornée à la faillite d'une organisation en l'espace de quelques mois après avoir subi la perte des informations. La transformation numérique a également fait une place de choix pour le cloud computing.

Cela signifie qu'indirectement, ils transmettent leurs données numériques aux prestataires, ce qui pose la question de la sécurité de ces informations, dont certaines peuvent être stratégiques. C'est pourquoi, la sécurité des données dans le cloud computing est devenue un thème actuel et majeur, et qu'il convient de s'y intéresser. Cependant, avant (de tenter) de répondre à la question de comment faire en sorte de protéger au mieux la sécurité de ses données dans des environnements cloud, je vais commencer par les définitions concernant la donnée numérique. Compte tenu de son rôle central dans l'entreprise de demain, International Data Corporation (IDC) prévoit que les dépenses liées au "cloud complet", c'est-à-dire le total des dépenses mondiales consacrées aux services de cloud, aux composants matériels et logiciels qui sous-tendent la chaîne d'approvisionnement du cloud et aux opportunités de services professionnels/gérés autour des services de cloud, dépasseront 1 300 milliards de dollars d'ici 2025, avec un taux de croissance annuel composé (TCAC) de 16,9 %. Rick Villars, vice-président du groupe, Worldwide Research chez International Data Corporation (IDC), a déclaré: "Dans le monde d'aujourd'hui, marqué par le numérique, les résultats commerciaux et l'innovation sont de plus en plus liés à la capacité de développer et d'utiliser des technologies et des services innovants partout, aussi rapidement que possible. Le cloud est la base pour répondre à ce besoin. Les prévisions d'IDC portent à la fois sur les services de cloud partagés (publics) et sur les services de cloud dédiés (privés). Ils sont définis comme suit:

- Les services en cloud partagés (publics) sont ceux qui sont partagés entre des entreprises et/ou des consommateurs non liés, ouverts à un univers largement illimité d'utilisateurs potentiels et conçus pour un marché et non une seule entreprise.

- Les services de cloud computing dédiés (privés) sont fournis sous forme d'abonnements ou de contrats de services gérés par des fournisseurs de cloud computing, de colocation, d'externalisation ou de services gérés à leurs entreprises clientes.

Le cloud partagé (public), en tant que service pour l'infrastructure, les plates-formes et diverses offres logicielles, reste le moteur de croissance le plus important et le plus rapide pour l'ensemble du marché du cloud. Les dépenses combinées en services de cloud partagés - Infrastructure as-a-Service (IaaS), System Infrastructure Software as-a-Service (SISaaS), Platform as-a-Service (PaaS) et Software as-a-Service (SaaS) - s'élèveront à 385 milliards de dollars en 2021 et connaîtront un taux de croissance annuel composé (CAGR) de plus de 21,0 % jusqu'en 2025, pour atteindre 809 milliards de dollars. Les services de cloud (privé) dédiés, qui comprennent les services de cloud privés hébergés et le segment émergent des infrastructures de cloud dédiés en tant que service (DCIaaS), connaîtront un taux de croissance annuel composé plus rapide de 31,0 %, mais à partir d'une base de revenus beaucoup plus faible de 5 milliards de dollars en 2021. Les segments en tant que service des dépenses en matière de cloud, combinant le cloud partagé en tant que service et le cloud dédié en tant que service, représenteront la majorité de toutes les dépenses en matière de cloud tout au long de la période de prévision, passant de 55,7 % en 2021 à 64,1 % en 2025. Ces segments connaîtront également la croissance la plus rapide des dépenses, avec un TCAC de 21,3 % sur cinq ans.

## II. Matériel et Methodes

### 1. La donnée dans un monde numérique

#### 1.1. Les définitions

Une donnée (Data) est « une description élémentaire d'une réalité ». Par exemple, un nom de famille, une date de naissance, un poids, une taille, une nationalité sont des données.

De façon générale, une donnée peut être caractérisée de la manière suivante:

- **La donnée quantitative** « qui peut être mesurée ou repérée » (Définition du livre d'Albert Monjallon, Introduction à la méthode statistique, Librairie Vuibert Paris 1963). Il s'agit d'une donnée qui se réfère aux chiffres ;

- **La donnée qualitative** auquel « on ne peut pas attribuer une valeur ou une caractéristique » (Définition provenant de l'encyclopédie en ligne Wikipédia). Par exemple, il peut s'agir de la description d'un objet (Texture, aspect).

En rassemblant des données qui font sens, cela permet d'en déduire une **information**. Et le résultat de l'analyse après collecte des informations permet de constituer une **connaissance** (Knowledge). L'obtention de savoirs s'avère primordiale pour une entreprise ou une organisation, afin que les dirigeants puissent prendre les meilleures décisions possibles. Ainsi, la connaissance devenant **intelligence** (Wisdom).



Figure 2 – La pyramide des savoirs et la gestion de la connaissance Knowledge Management (Source :google scholar)

De nos jours, la collecte et le traitement de ces données s'effectuent numériquement aux moyens d'applications informatiques. Au sens IT, une donnée digitale est un élément compréhensible et traitable par des équipements informatiques. Trois formes de données peuvent être définissables:

- **La donnée structurée:** il s'agit d'une donnée qui est organisée suivant une structure. Elle peut être générée par un humain ou une machine, cependant sa qualité première est qu'elle puisse être facilement classée, retrouvée et extraite;

- **La donnée non-structurée:** il s'agit d'une donnée qui est organisée sans lamoinde structure. Elle peut être également générée par un humain ou une machine ;
- **La donnée semi-structurée:** il s'agit d'une donnée dont certains élémentsde celle-ci sont organisés suivant une structure.



Figure 3 – Panorama de données structurées et non-structurées (source : Intelligence artificielle et cognitive business – ENI Éditions).

### ○ 1.2 La gestion, l'exploitation et les échanges des données numériques

Les techniques pour gérer, exploiter et échanger des données se sont améliorées au fil du temps, afin de répondre aux évolutions, à l'arrivée du Web et encore pour permettre le traitement efficace d'un grand nombre d'information. Nous allons les présenter ci-après.

#### ○ 1.2.1 Les bases de données, point de départ pour exploiter et gérer l'information

Avant l'utilisation de bases de données, l'exploitation des informations s'effectuait à l'aide de simples fichiers. Cette façon de procéder soulevait un trop grand nombre de contraintes techniques (redundance des informations sur plusieurs logiciels s'appuyant sur les mêmes jeux de données, sécurité, problèmes de partage d'éléments entre applications), c'est pourquoi les réflexions ont commencé pour trouver les moyens de regrouper des données en une collection d'informations organisées, de façon à servir du mieux possible les applications d'entreprise. Ainsi, les premiers Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD) apparaissaient à partir des années 1960, gérant tout d'abord des **bases de données hiérarchiques**, dont les enregistrements sont organisés sous la forme d'une structure arborescente, ou encore des **bases de données en réseau**, dont les ensembles de données sont reliés ensemble par des liens multiples. Les années 1970 ont vu l'arrivée des **bases de données relationnelles**, qui est l'un des modèles le plus connu et le plus utilisé, dont les informations sont représentées sous la forme de tables bidimensionnelles, appelées relations. Le langage permettant de manipuler et d'interroger la base est le Structured Query Language (SQL). Les langages de programmation orientée objet devenus populaires dans les années 1980 ont fait naître, à partir des années 1990, le concept des **bases de données orientées objet**, permettant la manipulation et le traitement de données complexes (documents multimédias, informations géographiques, conception par ordinateur). Cependant, pour des questions notamment de performance et de complexité, les SGBD orientés objet n'ont pas vraiment supplanté les SGBD relationnels. Enfin, le fait que les bases de données relationnelles ne soient pas très adaptées pour le Big Data et le traitement de grosses quantités d'informations (des données souvent non structurées) ont fait émerger, à partir des années 2000, des familles de **bases de données Not Only SQL (NoSQL)** : base de données orientée clé-valeur, document, colonnes, graphe.

#### ○ 1.2.2 Les systèmes d'information et le Web, pour partager et obtenir des connaissances

Pour la diffusion des données et des informations au sein des différentes entités d'une entreprise ou d'une organisation, des SI « informatisés » ont été déployés. Une définition d'un SI est proposée par deux experts reconnus dans ce domaine, le Professeur Kenneth Laudon et la consultante Jane Laudon, dans leur ouvrage Management Information Systems : il s'agit d'un « ensemble de composants interreliés qui recueillent de l'information, la traitent, la stockent et la diffusent afin de supporter les opérations courantes, la prise de décision, la coordination et le contrôle au sein d'une organisation ». En pratique, dans un SI d'entreprise, nous avons classiquement un **Enterprise Resource Planning (ERP)** (ou Progiciel de Gestion Intégrée (PGI) en français), permettant de gérer les processus opérationnels d'une organisation (gestion comptable et financière,

des stocks, des ressources humaines, des ventes, des fournisseurs, de la relation client, etc.), mais aussi des **systèmes spécifiques aux activités d'une organisation** (par exemple, un système de gestion d'entrepôts ou Warehouse Management System (WMS) pour une société de logistique).

Enfin, l'essor du Web de données (linked data) a permis de faire évoluer les systèmes collaboratifs vers des **systèmes d'information sémantique**, qui peuvent s'appuyer sur le concept des ontologies ou bien sur des outils d'Intelligence Artificielle. L'objectif de relier des données est de leur en donner du sens, ce qui permettra à terme d'en obtenir des connaissances.

○ **1-3 Le stockage des données numériques**

○ **1.3.1 Les technologies.**

Les technologies de stockage des données ont été scindées en deux grandes parties : le **stockage de masse**, dont l'objectif est de stocker une grande quantité d'information à long terme, et le **stockage à accès rapide**, souvent utilisé pour le traitement interne des informations dans les ordinateurs. Concernant les solutions de stockage de masse, elles ont été regroupées en cinq catégories :

- 1- Les **supports physiques** (cartes et rubans perforés) ;
- 2- Les **supports magnétiques** (bandes, disquettes, disques durs, cassettes DLT) ;
- 3- Les **supports optiques** (CD, DVD, Blue-Ray) ;
- 4- Les **supports à semi-conducteur** (clés USB, cartes SD et micro SD, disques SSD) ;
- 5- Les **supports en ligne** (cloud).



Figure 4 – Les évolutions historiques du stockage en masse (Source: Ontrack)

Concernant les solutions de stockage à accès rapide, elles peuvent être scindées en deux grandes familles:

- Les **mémoires vives**, stockant les données de façon temporaire (RAM, SDRAM) ;
- Les **mémoires mortes**, qui peuvent conserver les informations de façon permanente (ROM, PROM, EPROM, EEPROM).

Pour la suite de cette section, nous présenterons les moyens actuels pour la conservation des données numériques.

○ **1.3.2 Les principaux modes de stockage d'aujourd'hui.**

Le **disque dur magnétique** (Hard Disk Drive – HDD) est encore utilisé de nos jours. Il peut être embarqué directement au sein d'un ordinateur (*disque dur interne*), ou bien être intégré dans un boîtier qui se relie à l'ordinateur via un câble USB (*disque dur externe*). Les capacités de stockage d'un disque dur peuvent aller à plus de 1 To dans certains cas.



Figure 5 – Disques durs magnétiques (interne et externe)(source : google)

Le **disque dur** Solid State Drive (**SSD**) commence à être proposé de base sur les ordinateurs actuels, notamment pour ses qualités de rapidité d'accès à la donnée et mais aussi sur le fait qu'il offre des capacités de stockage équivalentes à celle du disque dur magnétique. Il est également disponible en version disque dur externe.



Figure 6 – Disque SSD (source : google)

La **clé USB** et les **cartes mémoires** (SD, mini SD et micro SD) permettent de stocker un volume de données non négligeable (de 128 Mo à plusieurs Go d'enregistrement). Leurs avantages sont le branchement à chaud sur son équipement informatique ou encore l'aisance pour transporter ces supports.



Figure 7 – Clé USB et cartes SD, mini SD et micro SD (source : google)

Le **serveur de stockage réseau Network Attached Storage (NAS)** se présente sous la forme d'un boîtier qui fonctionnait initialement avec des outils logiciels (système d'exploitation de stockage) adaptés avec des outils matériels (disque dur). L'intérêt de ce support étant le stockage centralisé et le partage de données au travers d'un réseau, le plus souvent en local (Local Area Network – LAN), en s'appuyant sur les protocoles standards tels qu'Ethernet et Internet Protocol (IP). Les capacités de stockage peuvent aller à plus de 1 To dans certains cas.



Figure 8 – Serveur NAS (source : google)

Les fruits du travail sur la virtualisation ainsi que le stockage NAS ont permis de faire émerger le concept de **réseau de stockage Storage Area Network (SAN)**, où les informations sont stockées dans des baies de stockage et partagées au travers d'un réseau par le biais de protocoles dédiés aux systèmes de stockage (Fibre Channel ou iSCSI). À l'instar du NAS, le SAN fonctionnait initialement avec des outils logiciels adaptés avec des outils matériels. Les réflexions autour du **stockage à définition logicielle Software Defined Storage (SDS)** ont permis notamment de proposer du stockage NAS ou SAN avec des dispositifs de stockage non couplés au système d'exploitation de stockage (par exemple, l'outil logiciel FreeNAS de IxSystems). Le SAN et le NAS sont les principaux modes de stockage des données utilisés chez les fournisseurs cloud.

○ **1.4 Les principaux défis pour la gestion des données numériques**

Un premier challenge en termes de gestion des données numériques consistera en premier lieu de disposer de moyens et d'outils permettant l'**exploitation de qualité d'énormes volumes de données générées**, provenant de sources diverses (ordinateurs, smartphones, tablettes, objets connectés, services cloud, etc.). Ces moyens s'appuieront principalement sur des techniques provenant de l'Intelligence Artificielle et/ou de Big Data.

Un deuxième axe majeur concerne la **sécurité des données**, et notamment celles non-structurées. En effet, l'évolution des infrastructures réseaux des organisations vers des solutions de type « Borderless Networks » (réseaux sans frontières) a contribué à rendre ces informations de plus en plus difficilement localisables, et a compliqué aussi de fait de connaître les personnes qui en ont l'accès et l'usage. En effet, sans une visibilité et un

contrôle de ce qui est fait, de comment cela est fait et surtout par qui cela est fait, il devient délicat d'assurer une sécurité des données efficiente. Ainsi, les entreprises et les organisations se doivent de trouver des réponses à ces questions (non exhaustives) :

- Comment les personnes de l'organisation peuvent accéder aux données de l'organisation présentes dans le cloud, sans compromettre la sécurité de celle-ci ?
- Comment rendre les données de l'organisation incompréhensibles aux personnes qui n'y sont pas autorisées, notamment si elles sont situées dans le cloud ?
- Comment faire en sorte qu'une organisation autorisant ses employés à utiliser leur propre matériel informatique (concept du BYOD) puisse accéder aux données et applications de celle-ci sans réduire la sécurité ?
- Quels peuvent être les moyens qu'une organisation peut mettre en œuvre pour limiter le risque de fuite des données (notion du Data Leak Prevention – DLP) ?

Dans tous les cas, avant de mettre en place des solutions pour la protection des données, l'organisation devra mener au préalable une analyse des risques auprès des métiers, afin de savoir quelles sont les données à protéger (classification de l'information) et qui peuvent être utilisées et/ou stockées dans le cloud. Mais avant de présenter ces solutions, nous allons nous intéresser au concept du cloud computing.

### **Application du Cloud Computing.**

Le cloud computing est l'utilisation, sans posséder quoi que ce soit d'autre qu'une connectivité à Internet, de services proposés ou de moyens partagés permettant d'effectuer des traitements informatiques divers en fonction de ses besoins, de façon rapide et le plus automatisé possible.

#### **Les principales caractéristiques**

Le NIST a défini cinq caractéristiques majeures pour le cloud computing :

- **Libre-service et à la demande** (On-demand self-service) : les ressources du fournisseur cloud peuvent être demandées par un client à tout moment et en fonction de ses besoins et sans aucune intervention de la part du fournisseur;
- **Accès réseau universel** (Broad network access) : l'accès par un client aux ressources du fournisseur cloud s'effectue par le biais des protocoles réseaux standards (par exemple TCP/IP pour Internet) et à partir de divers matériels informatiques (ordinateurs, tablettes, téléphones mobiles) ;
- **Mutualisation de ressources** et multi-location (Resource pooling and multi-tenancy) : les ressources du fournisseur cloud sont mises en commun avec l'ensemble des clients qui y ont accès ;
- **Élasticité rapide** (Rapid elasticity) : les ressources du fournisseur cloud sont allouées dynamiquement en fonction de la demande (et sont libérées lorsque les besoins des clients sont moindres) ;
- **Service mesurable** (Measured service) : la consommation de chaque ressource cloud est contrôlée et affichée en temps réel.

#### **Les principales technologies**

L'écosystème technique du cloud computing réunit les éléments suivants :

- **De nombreux appareils pour l'accès aux services cloud** et la notion de multi-device (Cloud access devices) : un service cloud peut être accessible à partir d'un PC, d'un ordinateur portable, d'un téléphone mobile ou encore d'une tablette. À noter qu'un objet connecté est également un dispositif d'accès ;
- **Des navigateurs et clients légers pour l'utilisation des services cloud** (Browsers and thin clients) : les services cloud sont utilisables en toute simplicité soit par l'intermédiaire d'un navigateur web (par exemple Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera ou encore Microsoft Edge) ou alors par le biais d'applications dites « client léger » installées sur les appareils ;
- **L'accès aux services cloud à haut débit** (High-speed broadband access) : grâce aux évolutions technologiques de ces dernières années dans les domaines des télécommunications et des réseaux (ADSL, Wi-Fi, 3G, 4G, fibre optique) ;
- **Des centres de données et fermes de serveurs pour le fonctionnement des services cloud** (Datacenter and server farms) : les fournisseurs cloud possèdent de nombreux Datacenters et de serveurs qui sont répartis sur plusieurs de leurs sites ;
- **Des dispositifs de stockage adaptés aux besoins des services cloud** (Storage devices) : les fournisseurs cloud s'appuient sur du stockage de type SAN/NAS, adapté aux réseaux haut débit.
- **Des interfaces de programmation applicative** (Application Programmable Interface – API) : les fournisseurs cloud s'appuient et proposent également aux clients des points d'entrée pour leurs services, dans le cadre d'une utilisation de façon programmatique ;
- **La virtualisation** (Virtualization technologies) : il s'agit de la pierre angulaire du cloud computing, qui permet de répondre à la majeure partie des caractéristiques énoncées précédemment. En effet, sans l'apport des technologies de virtualisation, les services de cloud computing n'auraient pas pu se développer.

**Les modèles de service**

Le NIST a également défini trois principaux modèles de service :

- **L'Infrastructure en tant que Service (Infrastructure as a Service-IaaS)** : mise à disposition par le fournisseur cloud d'une infrastructure avec des capacités de calcul, de serveurs, du stockage et d'une bande passante suffisante.

L'avantage de ce modèle pour le client est que cela lui permet de ne pas se préoccuper de l'achat et de la gestion du matériel.

En résumé: l'IaaS est le monde des administrateurs informatiques réseau et système ;

- **La Plateforme en tant que Service (Platform as a Service-PaaS)** : mise à disposition par le fournisseur cloud d'une plateforme déjà configurée pour permettre au client de déployer les applicatifs métiers souhaités.

L'avantage étant que le client n'a pas à se soucier du matériel, ni de la maintenance ou de mise à jour des serveurs virtuels..

En résumé: le PaaS est le monde des développeurs et architectes logiciels, des web designers;

- **L'Application en tant que Service (Software as a Service-SaaS)**: mise à disposition par le fournisseur cloud d'une application accessible au client via le réseau Internet.

Ainsi, le déploiement, la maintenance, le bon fonctionnement ou encore la gestion des données de l'application sont du ressort du fournisseur.

En résumé : le SaaS est la partie du cloud qui est visible et accessible par le grand public.

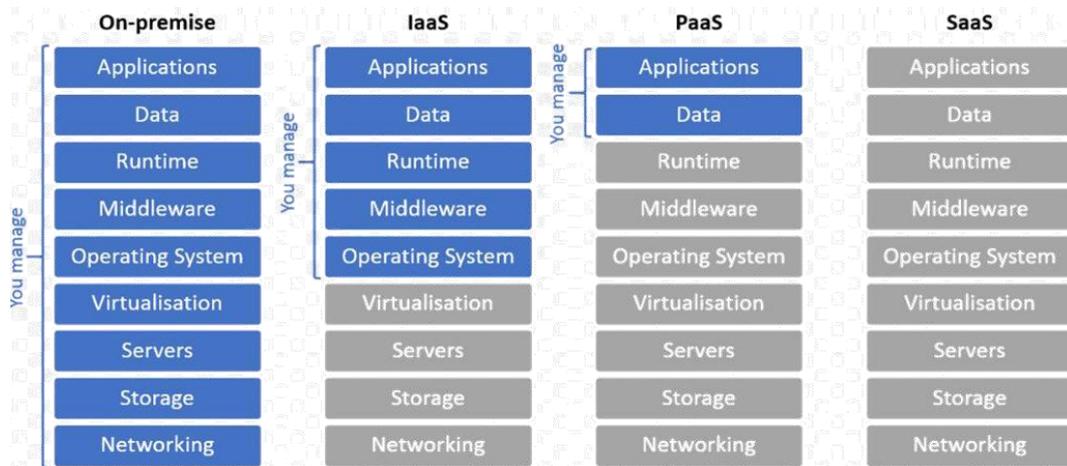


Figure 9 – « L'usine cloud » et les principaux modèles de service (Source : OpenStack, cloud computing d'entreprise – ENI Éditions)

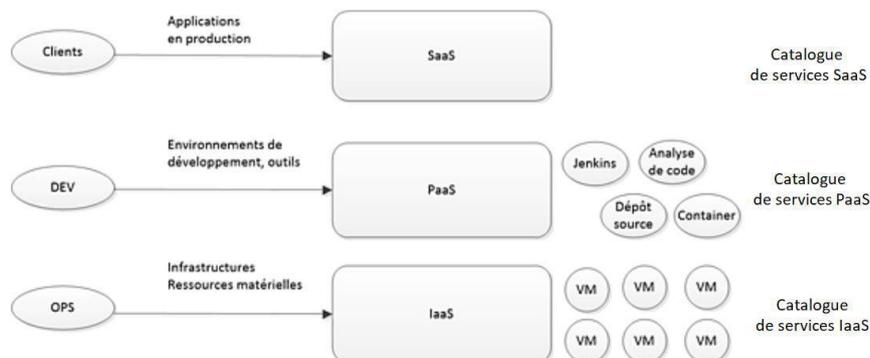


Figure 10 – Comparatif des technologies impliquées selon le modèle de service souscrit (source : Expert Thinking)

D'autres modèles de service existent, cependant ce ne sont que des sous-jacents aux trois principaux modèles, généralement utilisés à des fins marketings ou pour mettre en avant un type particulier de service:

- **Le Tout en tant que Service** (Everything as a Service–XaaS): il s’agit de l’expression désignant l’ensemble des modèles de service ;
- **La Plateforme d’intégration en tant que Service** (intégration Plateform as a Service – iPaaS) : service permettant de favoriser les échanges de données et l’interopérabilité entre applications clouds hétérogènes ;
- **Le Bureau en tant que Service** (Desktop as a Service–DaaS) : service de fourniture de postes de travail accessible à distance.
- **Les Données en tant que Service** (Data as a Service–DaaS) : service d’accès à des sources de données dites « de qualité ». Les traitements spécifiques demandés par les entreprises clientes (en vue de leur business) seront facturés par le fournisseur DaaS ;
- **Les Bases de Données en tant que Service** (DataBase as a Service–DBaaS) : service de fourniture d’un SGBD ;
- **Les Sauvegardes en tant que Service** (Backup as a Service–BaaS) : service permettant la sauvegarde externalisée des données numériques d’une entreprise ou d’une organisation ;
- **Le Plan de Reprise d’Activités en tant que Service** (PRAaaS ou DisasterRecovery as a Service – DRaaS) : service proposant aux entreprises une infrastructure de secours à distance appartenant au fournisseur, en cas de risque majeur de leur site informatique principal ;
- **La Vidéo en tant que Service** (Video as a Service–VaaS) : service délivrant des solutions de visioconférence ;
- **Le Backend Mobile en tant que Service** (Back-end Mobile as a Service–BMaaS) : service offrant aux programmeurs d’applications mobiles des éléments d’infrastructure serveur, afin qu’ils puissent se consacrer pleinement aux développements de leurs applications ;
- **La Gestion des Processus Métiers en tant que Service** (Business Process as a Service – BPaaS) : service proposant entre autres des applications en ligne de gestion des ressources humaines, de la paie, de la logistique, de vente ;
- **Le Stockage en tant que Service** (STorage as a Service–STaaS) : service proposant de stocker les données ;
- **La Sécurité en tant que Service** (Security as a Service – SECaaS) : service proposant une ou plusieurs solutions de sécurité à distance.

## 2.6. Les modèles de déploiement

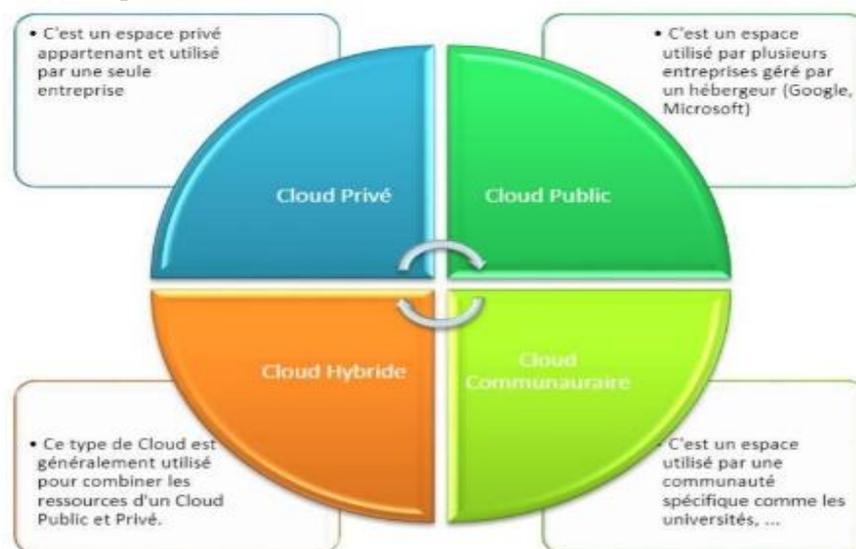


Figure 11 – Les modèles de déploiement de cloud (source : L’impact du cloud computing dans les PME)

Le National Institute of Standard and Technology (septembre 2011) a défini quatre modèles de déploiement: **Cloud public** (Public cloud): les ressources et services cloud sont mises à disposition du grand public par un ou plusieurs fournisseurs (cela peut être une entreprise, un établissement d’enseignement, une organisation gouvernementale ou une combinaison des trois). À noter que le cloud public a été le premier modèle proposé au début de l’informatique en nuage, et c’est probablement celui qui a le plus d’avenir;

- **Cloud privé** (Private cloud) : les ressources et services cloud sont fournis à l’usage exclusif d’une seule entreprise ou organisation. À noter que la gestion de cet environnement peut s’effectuer soit par l’organisation elle-même (*cloud privé interne*) ou soit par un prestataire qu’elle aura choisi (*cloud privé externe*).

- **Cloud communautaire** (Community cloud) : les ressources et services cloud sont fournis à l'usage exclusif d'un groupe d'entreprises ou d'un groupe d'organismes ayant des intérêts communs.;
- **Cloud hybride** (Hybrid cloud) : les ressources et services cloud sont présents dans un ensemble composé de modèles distincts (en général, il s'agit de la combinaison entre un cloud privé ou communautaire et un cloud public).

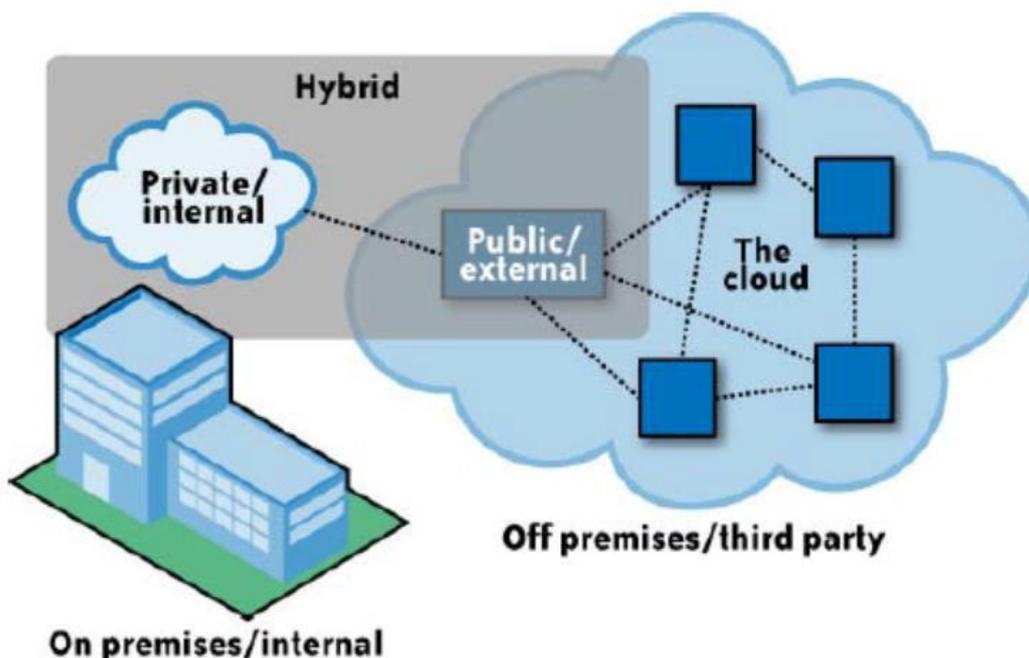


Figure 12 – Principe d'un cloud hybride (source: Cloud Security and Privacy – O'Reilly)

### ○ 2.7. Les principales applications

Voici une liste exhaustive des applications proposées, la plupart étant en mode SaaS :

- **Les outils de gestion de la relation client** (CRM) ;
- **Les applications de ressources humaines** (gestion du recrutement, de lapaie, etc.) ;
- **Les applications financières** (analyse des marchés d'actions, etc.) **et comptables** (gestion de trésorerie, de facturation, etc.) ;
- **Les applications de Business Intelligence et de Progiciels de Gestion Intégrée** (ERP) ;
- **Les services de messagerie** (Hotmail, Yahoo, Gmail), **les outils collaboratifs, bureautiques** (Word, Excel, PowerPoint), **de stockage des données** (Dropbox, OODrive, Box, OneDrive, iCloud, Amazon S3) ;
- **Les applications techniques et scientifiques** (modélisation, simulation, Dessin Assisté par Ordinateur (DAO), Conception Assisté par Ordinateur (CAO), etc.).

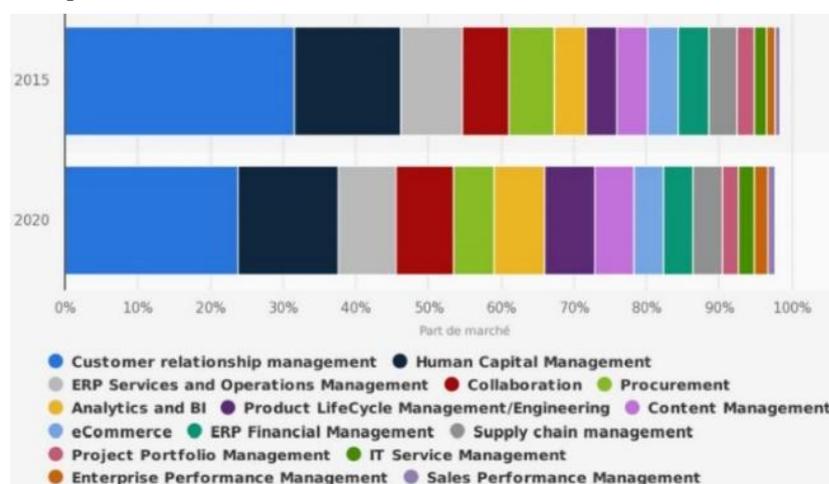


Figure 13 – Répartition du marché des applications cloud dans le monde en 2015 et en 2020 (estimation) (source : Factiva / Apps Run The World).

### III. Conclusion

Il sied de noter qu'aujourd'hui l'émergence en RDC dans tous les Secteurs comme piliers de lutte contre la corruption et la falsification des documents concourt à introduire dès maintenant dans le cursus académique une notion de référentialisation du Cloud Computing afin de ne point être en retard sur son évolution, mais surtout apporter une expertise locale au travers de ce qui se fait ...

### Références

- [1]. Dr. Sunilkumar Manvi(2018), Cloud Computing, Concepts and Technologies By Dr. Gopal K. Shyam;
- [2]. Albert Monjallon, (1963). Introduction à la méthode statistique, Vuibert Paris
- [3]. Bernard Ourghanlian (Juin 2016), *Le cloud computing, c'est accéder à des ressources informatiques quisont quelque part, à travers internet* » (, Chief Technical Officer chez Microsoft France, pour le journal L'Express) ;
- [4]. Peter Mell etTim Grance, définition du National Institute of Standards and Technology (NIST), Septembre 2011).
- [5]. Simon Dupont(2016): Gestion autonome de l'élasticité multi-couche des applications dans le Cloud : vers une utilisation efficiente des ressources et des services du Cloud, These de Doctorat ;
- [6]. Vimal Kumar ()Data Security in Cloud Computing, by, Sivadon Chaisiri and Ryan Ko
- [7]. <https://cloud-computing.developpez.com/actu/318373/Les-depenses-mondiales-liees-au-cloud-complet-atteindront-1-3-billion-de-dollars-d-ici-2025-avec-un-taux-de-croissance-annuel-compose-TCAC-de-16-9-pourcent-selon-IDC/> visite le 04/05/2022 a 15h30

One Nsulu Mwembo Am'siri, et. al. "Cloud Computing: Applications en Republique Democratique du Congo." *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, 24(3), 2022, pp. 26-36.