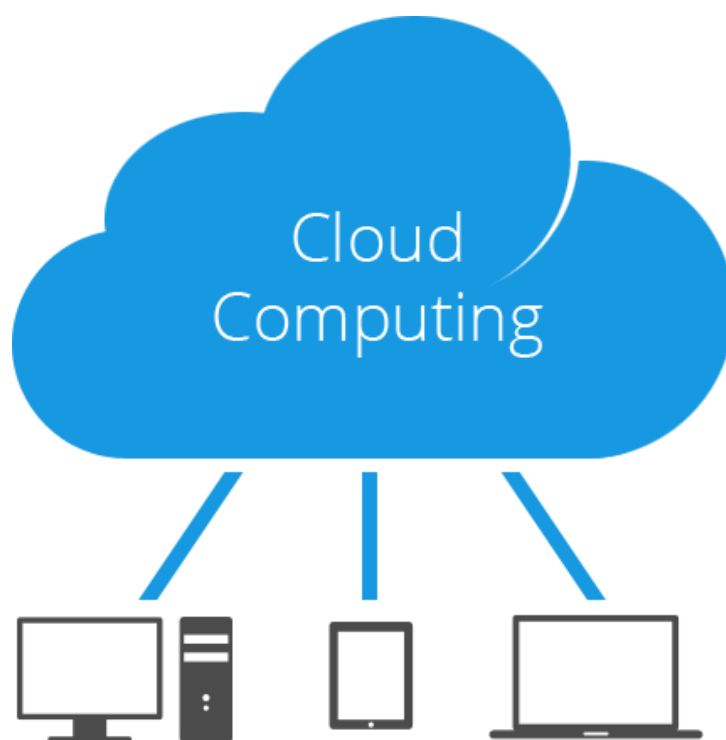


Livre blanc sur le Cloud Computing

Comment le cloud est-il devenu indispensable en entreprise ?



AUTEURS : Jules-Hyacinthe HAMANN - Quentin DE LIL -
Wilfried EVAIN - Thibaud LEVEQUE

FEVRIER 2017



Sommaire

I.	Qu'est-ce que le cloud computing ?	3
A.	Histoire.....	3
B.	Introduction	3
C.	Les modèles de services	4
1)	Infrastructure as a Service (IaaS)	4
2)	PaaS.....	16
3)	SaaS.....	21
D.	Les modèles de déploiement.....	26
1)	Cloud privé	26
2)	Cloud Public.....	27
3)	Cloud communautaire	27
4)	Cloud hybride.....	27
II.	Etat actuel du changement.....	30
A.	Les réalités.....	30
1)	De nouveaux services et des bénéfices attendus	30
2)	Les obstacles demeurent.....	30
B.	Ce que pensent les DSI.....	30
C.	Ce que veulent les métiers.....	31
III.	Les risques d'aujourd'hui et de demain.....	32
A.	Les risques opérationnels	32
B.	La législation	33
IV.	La conduite du changement.....	34
V.	Conclusion	36
VI.	Glossaire	38
VII.	Bibliographie.....	39



Table des figures

Figure 1 - Les différents modèles de services.....	4
Figure 2 - Schéma IaaS.....	4
Figure 3 - Schéma STaaS.....	6
Figure 4 - Schéma UCaaS.....	8
Figure 5 - Schéma d'une infrastructure VmWare.....	9
Figure 6 - Les exemples commerciaux d'IaaS.....	10
Figure 7 - Classement général des solutions Cloud	12
Figure 8 - Classement du niveau de service des Clouds.....	13
Figure 9 - Comparatif des niveaux de service.....	13
Figure 10 - Classement des performances des clouds	14
Figure 11 - Classement des prix des clouds par types de projet.....	15
Figure 12 - Schéma PaaS	16
Figure 13 - Les services IBM Bluemix	18
Figure 14 - Google App Engine	20
Figure 15 - Comparatif des versions Business et Entreprise d'Office 365.....	24
Figure 16 - Applications G Suite	25
Figure 17- Schéma différents modèles de déploiement.....	26



I. Qu'est-ce que le cloud computing ?

A. Histoire

Alors que la France se dote de son propre projet en la matière, certains exégètes de l'informatique la font remonter aux années 1960 en mettant en avant la philosophie de certains prophètes, tel John McCarthy, qui pensa l'informatique comme un service avant tout le monde.

Certains l'attribuent au père fondateur d'internet (Arpanet), technologie sans laquelle l'informatique dans les nuages n'existerait pas. D'autres pensent que la discipline n'est apparue que plus tard, dans les années 2000, telle une solution à un problème rencontré par Amazon : le surdimensionnement de son parc de serveurs hors période de fêtes. Pour rentabiliser ces machines, il décida de louer ses serveurs à d'autres entreprises à la demande.

La première personne à employer l'expression de cloud computing fut le professeur de système d'information, Ramnath Chellappa. En poste à l'université du Texas à Austin, il présenta en 1997 un paradigme informatique, le cloud, où les limites de l'informatique seraient définies par ses ressources économiques plus que par ses limites techniques.

Salesforces fut le premier, en 1999, à transformer ce concept en business avec le logiciel de gestion de la relation client éponyme. Amazon lui emboîte le pas en 2002. Mais c'est sans doute grâce à IBM que tout le monde en parle aujourd'hui. En 2007, Big Blue décida de faire de ce nuage l'une des lignes de force de sa stratégie.

B. Introduction

De plus en plus utilisé par les entreprises de toutes les industries, le Cloud Computing est la nouvelle forme de stockage de données du 21ème siècle.

Cependant, il se décline en de nombreuses variantes, et il n'est pas toujours facile de choisir l'offre la plus adaptée à son activité. Pour introduire le phénomène Cloud Computing, nous allons définir avec précision ce que ce terme signifie.

Le Cloud Computing est un terme général employé pour désigner la livraison de ressources et de services à la demande par internet. Il désigne le stockage et l'accès aux données par l'intermédiaire d'internet plutôt que via le disque dur d'un ordinateur. Il s'oppose ainsi à la notion de stockage local, consistant à entreposer des données ou à lancer des programmes depuis le disque dur. La notion de Cloud ne doit pas non plus être confondue avec celle du Network Attached Storage (NAS), utilisée par beaucoup d'entreprises via un serveur en résidence. Ces réseaux locaux n'entrent pas dans la définition du Cloud. Cependant, certains NAS permettent d'accéder aux données à distance depuis Internet.

De manière générale, on parle de Cloud Computing lorsqu'il est possible d'accéder à des données ou à des programmes depuis internet, ou tout du moins lorsque ces données sont synchronisées avec d'autres informations sur internet. Il suffit donc pour y accéder de bénéficier d'une connexion internet.

Cette technologie permet donc aux entreprises d'acheter des ressources informatiques sous la forme de service, de la même manière que l'on consomme de l'électricité, au lieu d'avoir à construire et entretenir des infrastructures informatiques en interne.





C. Les modèles de services

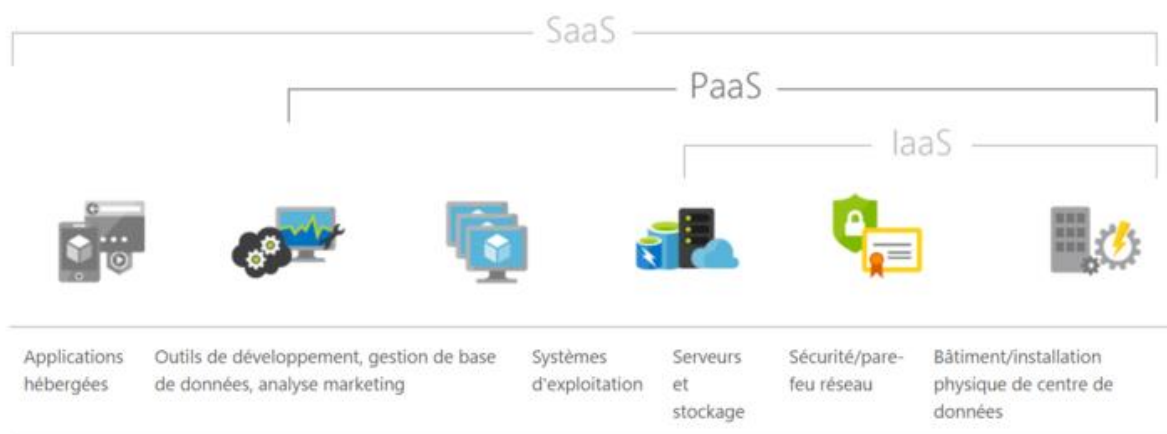


FIGURE 1 - LES DIFFERENTS MODELES DE SERVICES

Trois grands modèles d'usage du Cloud se dégagent actuellement : le Cloud d'infrastructure (IaaS ou Infrastructure as a Service), le Cloud applicatif (PaaS ou Platform as a Service) et le logiciel à la demande (SaaS ou Software as a Service). Tous présentent des caractéristiques différentes.

1) Infrastructure as a Service (IaaS)



FIGURE 2 - SCHEMA IAAS

L'Infrastructure as a Service (IaaS) est l'une des trois principales catégories de services de Cloud computing, avec Platform as a Service (PaaS) et Software as a Service (SaaS). Comme tous les services de Cloud computing, ce service donne accès aux ressources informatiques dans un environnement virtualisé, le "Cloud", à travers une connexion publique, généralement Internet. Dans le cas de l'IaaS, la ressource fournie est du matériel informatique virtualisé ou, en d'autres mots, une infrastructure informatique. La définition du service comprend des offres telles que l'espace serveur, des connexions réseau, de la bande passante, des adresses IP et des load balancers. Physiquement, les ressources hardware proviennent d'une multitude de serveurs et de réseaux généralement distribués à travers de nombreux datacenters, que le fournisseur de services Cloud a la responsabilité d'entretenir.



Parallèlement, l'accès aux composants virtualisés est donné à l'entreprise cliente afin que celle-ci puisse construire ses propres plateformes IT.

A l'instar des deux autres formes d'hébergement Cloud, l'IaaS peut être utilisée par les entreprises clientes pour créer des solutions informatiques à des coûts avantageux et facilement extensibles, dans la mesure où la complexité et les coûts inhérents à la gestion du matériel informatique sous-jacent sont externalisés au fournisseur Cloud. Ainsi, les entreprises ont tout loisir d'utiliser les ressources Cloud IaaS lorsqu'elles en ont besoin, au gré de l'évolution de leurs opérations et de leur développement, plutôt que d'acheter, d'installer et d'intégrer elles-mêmes le matériel.

Exemples d'utilisations de services IaaS par une entreprise :

- Infrastructure de l'entreprise : pour ses réseaux internes, comme les réseaux de Clouds privés et les réseaux locaux virtuels, qui utilisent des pools de serveurs et des ressources réseau et sur lesquels l'entreprise peut stocker ses données et faire fonctionner les applications dont elle a besoin pour ses activités quotidiennes. Les entreprises en expansion peuvent augmenter leur infrastructure en fonction de leur croissance, et leurs Clouds privés (auxquels seule l'entreprise a accès) peuvent protéger le stockage et le transfert de leurs données sensibles.
- Hébergement Cloud : hébergement de sites web sur des serveurs virtuels fondés sur un pool de ressources tirées de serveurs physiques sous-jacents. Par exemple, un site web hébergé dans le Cloud peut bénéficier de la redondance fournie par un vaste réseau de serveurs physiques et d'une extensibilité sur demande pour affronter les demandes inattendues dont il fait l'objet.
- Virtual Data Centres (VDC) : un réseau virtualisé de serveurs virtuels interconnectés pouvant être utilisé pour offrir davantage de capacités d'hébergement Cloud ou d'infrastructure informatique ou pour intégrer l'ensemble de ces opérations dans une implémentation de Cloud privé ou de Cloud public.

a) Les avantages de l'IaaS

Une offre typique d'Infrastructure as a Service (IaaS) peut fournir les fonctionnalités et avantages suivants :

- l'extensibilité : les ressources étant disponibles dès que le client en a besoin, il n'y a donc pas de délais pour étendre ses capacités ni gaspillage de capacités non utilisées ;
- pas d'investissement en matériel : le matériel physique sous-jacent supportant un service IaaS est installé et maintenu par le fournisseur Cloud, économisant ainsi du temps et de l'argent pour le client qui n'a pas besoin d'y veiller lui-même ;
- le modèle de prix basé sur l'utilisation : le service est accessible à la demande et le client ne paie que pour les ressources qu'il a effectivement utilisées ;
- l'indépendance de l'emplacement : généralement, il est possible d'accéder au service depuis n'importe quel emplacement tant qu'il dispose d'une connexion Internet et que la sécurité du Cloud le permet ;
- la sécurité physique des sites de datacenters : services accessibles par le Cloud public, ou Clouds privés hébergés à l'externe auprès du fournisseur Cloud, bénéficiez de la sécurité physique des serveurs hébergés dans un datacenter ;



- aucun point de défaillance unique : en cas de panne d'un serveur ou d'un commutateur réseau, le service n'est pas affecté grâce à la multitude de ressources de matériel et de configurations de redondance. Pour de nombreux services, si un Datacenter entier devait se retrouver hors ligne, le service IaaS continuerait à fonctionner sans problème.

b) Exemples de formes d'IaaS

Storage as a Service (STaaS)

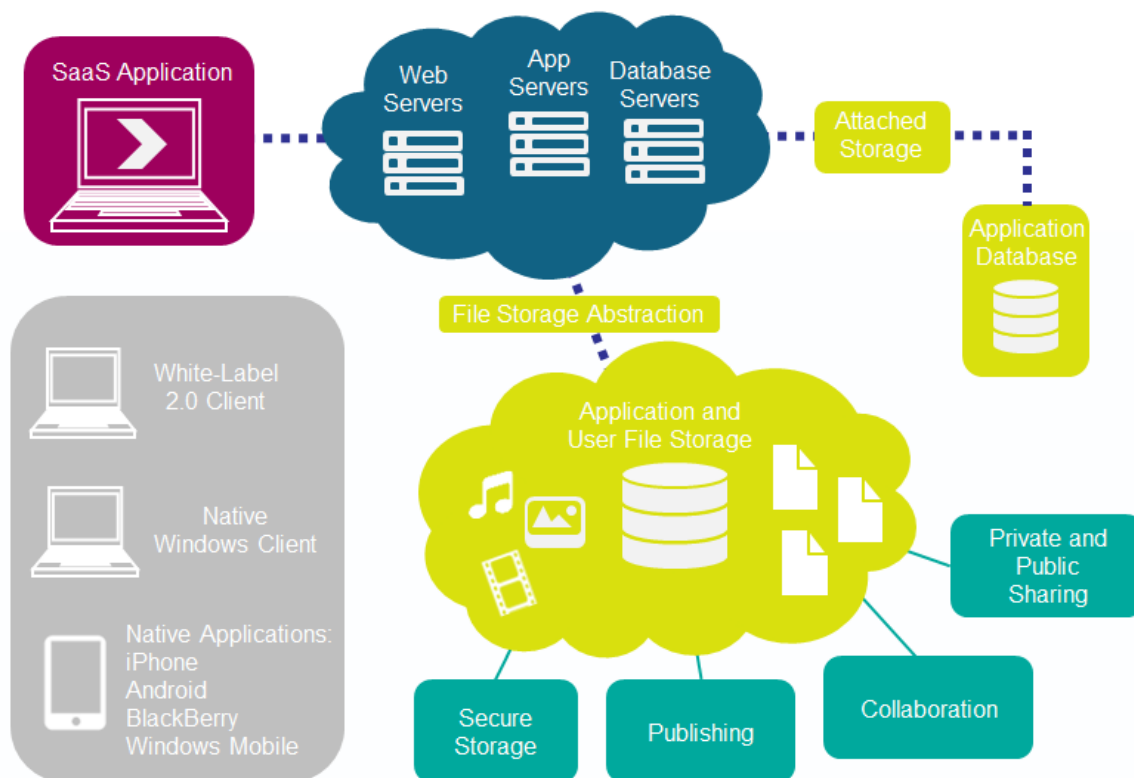


FIGURE 3 - SCHEMA STAAS

Internet a tout changé : les usages sont multiples et permanents au cœur de la vie des entreprises. Cette omniprésence se manifeste par une explosion des volumes de données et par un lien toujours plus critique avec le réseau. Tous utilisent les services de Google, YouTube, Facebook, Salesforce, LinkedIn, Dropbox ou Amazon.

Cet usage accélère le besoin de stockage des fournisseurs de service et de nombreuses entreprises. Tous doivent adopter des architectures innovantes offrant une protection efficace et un accès souple et transparent aux données, tout en contrôlant l'investissement.

Il est en effet maintenant possible de construire dans un cadre public ou privé, ce que des grands acteurs comme Google ou Amazon proposent dans leurs propres infrastructures. Ces nouvelles solutions sont donc capables d'accompagner la croissance des données. Les solutions traditionnelles à base de mécanismes RAID sont inadaptées : elles introduisent un risque trop important de perte de données, et les protocoles d'accès et de partage, certes standards, sont limités aux accès locaux.

Les grands acteurs Internet ont donc dû penser et développer de nouveaux modèles pour adresser ces véritables défis de traitement de l'information. Ainsi, des solutions logicielles de stockage sont maintenant



disponibles et permettent de soutenir des millions d'utilisateurs, des dizaines ou centaines de petaoctets de données et protéger de manière efficace des milliards de fichiers.

De nombreuses sociétés sont confrontées à l'utilisation par leurs collaborateurs de services de stockage en ligne (STorage as a Service ou STaaS).

Microsoft et **Google** l'ont bien compris en sortant presque simultanément Microsoft SkyDrive et Google Drive. Comment arriver à comparer ces offres, tant elles sont nombreuses et sont-elles vraiment adaptées aux entreprises ?

Pour les offres destinées à des usages simples, trois critères principaux sont déterminants : le coût du stockage et celui offert, le nombre de plateformes supportées et le temps d'accès moyen constaté avec le service cloud. Le dernier critère, non technique, concerne les conditions générales d'utilisation, mais celles-ci sont tellement absconses qu'il est difficile de s'en servir dans une étude comparative.

Les entreprises s'attacheront à étudier de nombreux critères supplémentaires dans les rares offres STaaS professionnelles comme celles proposées par Egnyte HybridCloud ou Box Enterprise :

- l'interface d'administration centralisée ;
- l'intégration à l'annuaire d'entreprise et système d'authentification unique (ex : Synchronisation AD/LDAP et support du protocole SAML 1.1) ;
- la gestion granulaire des droits d'accès (ACL) basée sur les comptes et groupes utilisateurs (RBAC) ;
- la personnalisation des interfaces et des messages ;
- l'intégration aux applications clientes ;
- les rapports d'audit et d'utilisation ;
- la conformité en termes de sécurité, de résilience, de sauvegarde (ex : SAS70 Type II, HIPAA, EU Safe Harbour, FINRA, ...) ;
- le cryptage des transactions ;
- la gestion des verrous et des versions pour les documents ;
- la recherche documentaire avancée ;
- la gestion de la synchronisation et modèles d'architecture permettant une gestion en groupe de travail, en entité, en entreprise ;
- l'API accessible pour le développement d'interface avec les applications métiers ;
- le support technique.

Un des points remarquables est que les offres STaaS s'adressent à la fois à un usage simple (tout public) et professionnel, en fonction de leur modèle économique. Pendant que les premiers proposent une richesse fonctionnelle faible pour un coût compétitif, les seconds ciblent des volumes de stockage imposants avec une richesse fonctionnelle importante, avec une licence par utilisateur encore élevée (ex : 10€/utilisateur/mois). Par contre, le coût du Go supplémentaire reste dans la moyenne avec environ 0,76€/Go/an par an pour une base de 5.000 utilisateurs.



UCaaS



FIGURE 4 - SCHEMA UCAAS

Les communications unifiées à la demande (UCaaS) sont une version en mode Cloud des outils de communications unifiées (UC). Autrement dit, ces applications de collaboration sont externalisées auprès d'un prestataire - qui se charge de toute la partie technique et de l'infrastructure – et sont accessibles aux utilisateurs via Internet ou via un réseau privé.

Le Cloud UCaaS est aujourd'hui le mode de communication le plus adapté pour les entreprises : il facilite les échanges entre les collaborateurs et offre plusieurs applications indispensables (les appels vocaux, la vidéoconférence, la web conférence, la messagerie instantanée, ...) ainsi que de nouvelles fonctionnalités et des méthodes de communication adaptées en fonction des spécificités de chaque entreprise.

A terme, le Cloud UCaaS permet également de réduire considérablement les coûts pour l'entreprise, puisqu'au lieu d'investir massivement en amont, les entreprises utilisent un service hébergé dans le Cloud. Celui-ci leur apporte tous les bénéfices et la maîtrise d'un service sur site.



Virtual Data Center (VDC)

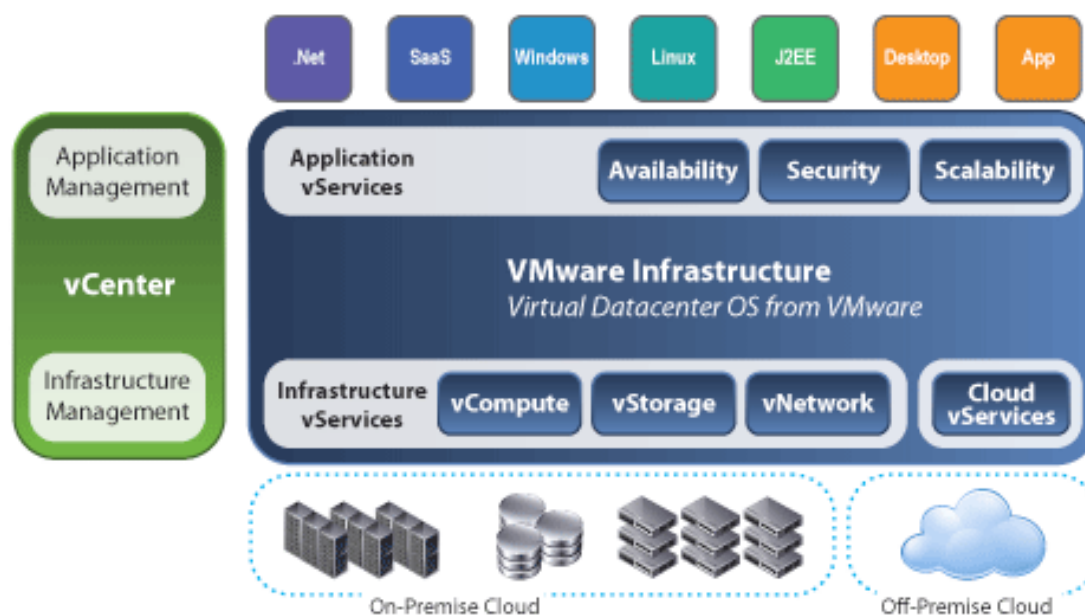


FIGURE 5 - SCHEMA D'UNE INFRASTRUCTURE VMWARE

Les solutions de Virtual Datacenter permettent aux entreprises de se transformer en fournisseur de “cloud” sans avoir à investir dans des infrastructures. Un ensemble de ressources informatiques est mis à leur entière disposition. Elles peuvent ainsi créer des instances virtuelles en fonction des usages et provisionner autant de machines virtuelles qu’elles souhaitent tant qu’elles restent dans leur pool de ressources

Les entreprises faisant appel à des solutions de Virtual Datacenter jouissent ainsi de tous les avantages d’un propriétaire d’infrastructure cloud sans avoir à réaliser les investissements conséquents que représentent les équipements physiques et les couches logicielles. Jusqu’à maintenant, les sociétés qui souhaitaient avoir une telle liberté dans leurs usages devaient obligatoirement investir dans des cloud privés, c’est-à-dire avoir sa propre infrastructure cloud dans leurs locaux, et financer l’acquisition des compétences que leur gestion nécessite. Elles devaient ainsi prendre en charge l’installation d’une salle informatique avec sa climatisation, la mise en place de la redondance électrique, des baies, des serveurs, ainsi que la sécurité hardware et software et leur renouvellement pour rester à l’état de l’art. Avec un Virtual Datacenter elles ont donc les avantages d’une infrastructure dédiée sans ses inconvénients.

Les Virtual Datacenter sont donc particulièrement bien adaptés à des entreprises dont les besoins sont multiples et changeants.

Mais ils permettent également de centraliser tous les usages des différents services et de les replacer sous le contrôle de la direction des systèmes d’information. Dans de nombreux groupes, beaucoup de services internes à l’entreprise ont recours au shadow IT, elles louent à leurs frais des ressources indépendantes de celles du groupe, jusqu’à 50% des infrastructures de certaines entreprises échappent ainsi au contrôle de leur DSI. Ces situations sont risquées du point de vue de la sécurité des données et empêchent l’optimisation des dépenses informatiques.

Ces solutions « clé en main » sont packagées (pool de ressources dédiées) et sont facturées selon un forfait établi à l’avance. Ce système permet aux DSI de maîtriser leurs dépenses informatiques contrairement au Pay as a Service qui fait courir le risque d’une envolée des frais en cas d’usage non contrôlé. On évite ainsi les mauvaises surprises (bill shock).

Dans un marché du cloud en pleine mutation, certains clients veulent désormais plus d’autonomie et un plus grand contrôle sur leurs infrastructures. Les solutions de Virtual Datacenter leur donnent cette liberté



et leur évitent de lourds investissements. Ils peuvent désormais garder le contrôle, répondre avec agilité aux différentes demandes internes et externes, et profiter des avantages du cloud.

c) Les exemples commerciaux

Afin d'illustrer ces notions, nous prendrons quelques exemples de solutions techniques en Infrastructure as a Services. Pour cela, nous nous appuierons sur le Quadrant Magique publié en 2016 par l'entreprise américaine Gartner ci-dessous.



FIGURE 6 - LES EXEMPLES COMMERCIAUX D'IAAS

Nous prendrons les exemples d'Amazon, Microsoft et Google.

Amazon Web Services (AWS)



Amazon Web Services est une division du groupe américain de commerce électronique Amazon.com, dédiée aux services de cloud computing pour les entreprises et particuliers. En 2015, AWS génère 7% du chiffre d'affaires d'Amazon et représente la première source de profit de l'entreprise.



Amazon Web Services occupe le premier rang des acteurs du cloud computing, avec 31% de parts de marché, distançant largement des acteurs informatiques traditionnels comme Microsoft (11%) ou IBM (7%).

Parmi ses grands clients figurent la NASA, Netflix et le service de renseignement extérieur américain (CIA).

Les offres Amazon Web Services sont accessibles en HTTP, sur architecture REST et par le protocole SOAP. Tout est facturé en fonction de l'utilisation, avec la valeur exacte variant de service à service, ou selon la zone géographique d'appel.

Microsoft Azure



Microsoft Azure (Windows Azure jusqu'en 2014) est le nom de la plate-forme applicative en nuage de Microsoft. Son nom évoque le concept de « cloud computing » ou informatique en nuage (l'externalisation des ressources informatiques d'une entreprise vers des Datacenters distants).

Il s'agit d'une offre d'hébergement (applications et données) et de services (workflow, stockage et synchronisation des données, bus de messages, contacts...). Un ensemble d'API permet d'utiliser et d'accéder à cette plateforme et aux services associés. Ces API sont exposées au travers d'un portail web (<https://portal.azure.com>) qui permet de gérer l'ensemble des services Azure.

Un environnement d'exécution (le « Live Operating Environment ») permet une intégration étroite avec les principaux systèmes d'exploitation existants (Windows, Mac OS et Windows Phone).

Google Compute Engine



Google Compute Engine

Google Compute Engine est le composant “Infrastructure en tant que Service” de la Google Cloud Platform permettant aux utilisateurs de lancer des machines virtuelles (VMs) à la demande.

Il est construit sur l'infrastructure globale qui gère le moteur de recherche Google, Gmail, YouTube et d'autres services.



Les machines virtuelles peuvent être lancées à partir des images standard ou des images personnalisées créés par les utilisateurs. Les utilisateurs de GCE doivent obtenir une authentification basée sur OAuth 2.0 avant de lancer les machines virtuelles. Google Compute Engine est accessible via la console développeur, l'API RESTful ou l'interface de ligne de commande.

d) Comparatif des solutions "IaaS"

Classement général des solutions Cloud

Classement	Fournisseur	Indice
1	Google Compute Engine	84
2	Aruba	73
3	Cloudwatt (Orange)	70
4	Numergy	68
5	Ikoula	67,4
6	IBM SoftLayer	67,0
7	Amazon Web Services	65
8	Joyent	58
9	Microsoft Azure	56,1
10	Rackspace	55,6

FIGURE 7 - CLASSEMENT GENERAL DES SOLUTIONS CLOUD

Comparatif des niveaux de service

L'indice de niveau de service est calculé à partir de plusieurs critères : la capacité du cloud à monter en gamme (en termes de RAM et vCPU), sa présence géographique (zones de disponibilité), ses engagements de disponibilité (SLA), sans oublier sa conformité avec les grandes certifications du marché.

Ikoula propose désormais deux zones de disponibilité en dehors de France, l'une en Allemagne et l'autre aux Pays-Bas. De plus, l'hébergeur prévoit, aussi, prochainement d'ouvrir des zones de disponibilité en Suisse et au Luxembourg. Côté certifications, AWS décroche la norme ISO 27018. Elle porte sur la protection des données personnelles dans le cloud. Jusqu'ici, Microsoft était le seul acteur de notre panel à l'avoir obtenue. De son côté, Numergy ajoute la certification CSA à son arc.

Enfin, CloudScreener note l'apparition de nouveaux gabarits de VM chez Cloudwatt et AWS leur permettant d'élargir leur capacité de CPU et RAM maximum par instance.



Classement	Fournisseur	Indice Service
1	Amazon Web Services	88
2	Microsoft Azure	79
3	SoftLayer	76
4	Google Compute Engine	71
5	Rackspace	67
6	Joyent	54
7	Aruba	48
7	Ikoula	48
9	Numergy	45
10	Cloudwatt (Orange)	41

FIGURE 8 - CLASSEMENT DU NIVEAU DE SERVICE DES CLOUDS

Critères	AWS	Aruba	Cloudwatt	Google	Ikoula	Joyent	Microsoft	Numergy	Rackspace	Softlayer
Présence										
France		✓	✓		✓			✓		✓
Europe (sur une 1ère zone autre que France)	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓
Europe (sur une 2ème zone autre que France)	✓	✓			✓		✓			✓
Amérique du Nord / Canada	✓			✓		✓	✓		✓	✓
Amérique du Sud	✓						✓			✓
Asie	✓			✓	✓		✓		✓	✓
Océanie	✓						✓		✓	✓
SOC1	✓			✓		✓	✓			
SOC2	✓			✓			✓		✓	✓
PCI DSS	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓
ISO 27001	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓
ISO 27018	✓						✓			
Cloud Security Alliance (certification)								✓		
SLA	99,95%	99,95%	99,90%	99,95%	99,95%	100%	99,95%	99,90%	99,90%	99,73%
Largeur de gamme - vCPU max par instance	40	8	16	32	8	8	16	8	32	40
Largeur de gamme - RAM max par instance (Go)	262	32	104	208	15	275	112	64	240	512

FIGURE 9 - COMPARATIF DES NIVEAUX DE SERVICE

SoftLayer propose des VM jusqu'à 16 cœurs (non vCPU) et 64 Go de RAM, et des solutions "bare metal" au-dessus, jusqu'à 40 cœurs et 512 Go RAM. Il affiche un engagement de disponibilité de 100% sur le portail d'administration et le réseau, avec crédit client pour toute interruption au-delà de 30 minutes consécutives (soit 99,93%). Mais il n'offre d'engagement sur la partie compute (VM), mais une garantie de rétablissement de 2h sur le matériel sous-jacent (soit 99,73% mensuels, sans tenir compte de la remise en état des couches supérieures). Numergy propose un engagement de 99,9% de disponibilité, et 99,99% au travers de ses partenaires revendeurs.



Comparatif de la performance

D'un point de vue performance technique, Ikoula, Numergy et Google trustent toujours le podium.

Désormais, c'est la nouvelle famille de VM "DS" de Microsoft qui est analysée pour réaliser la mesure des performances CPU et RAM, et non plus les instances "A". Cette nouvelle génération de VM dispose de processeurs plus performants que la famille "A".

		Réseau*	Réseau*	Disque**	Disque**	CPU**	RAM**
Fournisseurs	Indice	Tps de réponse en ms	Tx de dispo	IOPS	Bande passante en Ko/s	Events/s	Vitesse transfert en Mo/s
1- Ikoula	100	45	99,33%	8 988	181 007	126	2 287
2- Numergy	96	43	99,31%	13 806	484 560	69	2 715
3- Google Compute Engine	93	47	99,32%	1 498	73 976	81	1 876
4- Joyent	91	52	99,23%	4 986	151 833	60	2 699
5- Cloudwatt (Orange)	85	42	98,73%	1 483	193 421	62	1 393
6- Aruba	84	46	99,32%	7 671	84 514	51	2 224
7- SoftLayer	77	48	99,25%	23 519	785 852	66	418
8- Rackspace	70	51	99,31%	1 301	77 980	254	265
9- Amazon Web Services	61	67	98,96%	2 664	28 055	36	884
10- Microsoft Azure	44	71	98,94%	362	30 512	58	228

FIGURE 10 - CLASSEMENT DES PERFORMANCES DES CLOUDS

- Temps de réponse : temps de réponse médian en millisecondes (mesuré par Cedexis pour tous les FAI depuis la France)
- Taux de disponibilité : taux de disponibilité médian en pourcentage (mesuré par Cedexis pour tous les FAI depuis la France)
- IOPS : nombre moyen d'opérations d'entrée-sortie par seconde (test 100% en écriture random 4Ko)
- Bande passante : bande passante moyenne en mégaoctets par seconde (test 100% en écriture séquentielle 1Mo)
- CPU / Events/sec : nombre moyen d'événements traités par seconde (partant de 32 process lancés toutes les 60 secondes avec l'outil SysBench)
- RAM / Vitesse transfert : vitesse de transfert moyenne en mégaoctets par seconde



Comparatif de prix

IBM SoftLayer progresse de deux positions dans le palmarès dans la catégorie Prix, pour se hisser à la sixième position de cet indice. Le cloud tire profit d'une nouvelle politique tarifaire. Elle se traduit par une baisse des prix sur les ressources CPU et RAM, et un nouveau mode de calcul des prix sur le trafic sortant qui permet de mutualiser et réaffecter le trafic entre plusieurs machines virtuelles d'un même pool.

Quant à la hausse des prix des instances Azure intervenue cet été sur la zone Europe de l'Ouest, elle engendre un repli de deux positions pour Microsoft sur cette zone.

Fournisseurs	Indice prix	Instance "type M" Linux	Instance "type M" Windows	Cas client n°1	Cas client n°2	Cas client n°3
1- Google Compute Engine	89	27 €	53 €	160 €	544 €	311 €
2- Aruba	86	40 €	40 €	120 €	493 €	369 €
3- Cloudwatt (Orange)	84	36 €	55 €	166 €	443 €	342 €
4- Numergy	64	40 €	56 €	168 €	988 €	392 €
5- Ikoula	55	44 €	76 €	228 €	688 €	397 €
6- IBM SoftLayer	48					
7- Amazon Web Services	47	49 €	86 €	259 €	765 €	428 €
8- Microsoft Azure	45	52 €	91 €	274 €	771 €	434 €
9- Rackspace	30	70 €	89 €	372 €	1 321 €	740 €
10- Joyent	28	78 €	122 €	368 €	1 188 €	655 €

FIGURE 11 - CLASSEMENT DES PRIX DES CLOUDS PAR TYPES DE PROJET



2) PaaS

Le PaaS (Platform as a Service) est un environnement de développement et de déploiement complet dans le cloud, avec les ressources nécessaires permettant de fournir n'importe quel service, de la simple application cloud aux applications d'entreprise sophistiquées.

Tout comme IaaS, PaaS comprend l'infrastructure, à savoir les serveurs, le stockage et les composants réseau, mais aussi les intergiciels (middleware), les outils de développement, les services d'aide à la décision (BI, Business Intelligence), les systèmes de gestion de bases de données, etc. Le PaaS est conçu pour prendre en charge l'intégralité du cycle de vie de l'application web : conception, test, déploiement, gestion et mise à jour.



FIGURE 12 - SCHEMA PAAS

Le PaaS permet d'éviter les dépenses et problèmes liés à l'achat et à la gestion de licences logicielles, de l'infrastructure sous-jacente aux applications et du middleware ou des outils de développement et autres ressources. Le développeur s'occupe des services fournis et des applications développées, et le fournisseur de services cloud se charge en général du reste.

a) Scénarios PaaS courants

Les organisations ont en général recours au PaaS dans ces scénarios :

1. Infrastructure de développement : le PaaS offre aux développeurs une infrastructure sur la base de laquelle ils peuvent développer ou personnaliser des applications cloud. A la manière d'une macro Excel, le PaaS permet aux développeurs de créer des applications à l'aide de composants logiciels intégrés. Les éléments spécifiques au cloud, comme l'extensibilité, la haute disponibilité et la capacité multi-utilisateur, sont inclus, ce qui réduit le volume de code que doivent écrire les développeurs.
2. Analyse ou décisionnel : les outils fournis comme services avec le PaaS permettent aux organisations d'analyser et d'explorer leurs données, d'en tirer des informations, de dégager des tendances et de prévoir les résultats afin d'améliorer les prévisions, les décisions en matière de conception de produits, le retour sur investissement et autres décisions importantes pour l'entreprise.
3. Services supplémentaires : les fournisseurs PaaS peuvent proposer d'autres services qui améliorent les applications, comme le workflow, le répertoire, la sécurité et la planification.



b) Les avantages et inconvénients du PaaS

Avantages du PaaS

En proposant l'infrastructure comme service, le PaaS offre les mêmes avantages que l'IaaS. Mais ses autres fonctions, à savoir les intergiciels (middleware), les outils de développement et autres outils professionnels, offrent d'autres avantages :

Réduction du temps consacré au code : les outils de développement du PaaS peuvent réduire drastiquement le temps nécessaire au développement de nouvelles applications grâce aux composants précodés intégrés à la plateforme, par exemple le workflow, les services de répertoire, les fonctions de sécurité, les fonctions de recherche, etc.

Développement multiplateformes optimisé : certains fournisseurs de services proposent des options de développement pour plusieurs plateformes, par exemple les ordinateurs, les appareils mobiles et les navigateurs, ce qui simplifie la création d'applications sur plusieurs plateformes.

Coût réduit : le modèle avec paiement à l'utilisation permet aux individus comme aux entreprises de bénéficier d'outils de développement et d'outils d'intelligence décisionnelle sophistiqués, ainsi que d'outils d'analyse auxquels ils n'auraient normalement pas accès.

Flexibilité pour l'équipe de développement : comme l'environnement de développement est accessible via Internet, les équipes de développement peuvent travailler ensemble sur les mêmes projets, même lorsque les membres de l'équipe se trouvent dans des lieux différents.

Gestion efficace du cycle de vie des applications : le PaaS offre tout ce dont un développeur a besoin pour gérer l'intégralité du cycle de vie de l'application web : conception, test, déploiement, gestion et mise à jour dans le même environnement intégré.

Inconvénients du PaaS

Limitation à une ou deux technologies (ex. : Python ou Java pour Google AppEngine, .NET pour Microsoft Azure, propriétaire pour force.com): cette limitation va avoir comme conséquence qu'une entreprise peut choisir un fournisseur de PaaS uniquement pour les langages de développement proposés par une solution, plutôt que pour ses qualités et différences sous-jacentes.

Pas de contrôle des machines virtuelles de l'hébergeur : contrairement à un système en IaaS, quand on choisit une solution PaaS, on décide de gérer uniquement les applications sur le serveur, et on laisse la gestion serveur à l'hébergeur de la plateforme. Ce mode de fonctionnement est donc plus adapté à des solutions grand public et "génériques" qu'à des solutions personnalisées et sur mesure. Ce point peut également être un point de frustration majeur pour les équipes de développement, traditionnellement habituées à avoir un très grand contrôle sur l'infrastructure serveur.

Convient uniquement aux applications Web: puisqu'on est dans le cloud et que le PaaS va permettre de distribuer des applications en ligne, cet inconvénient peut être un frein majeur à l'adoption de cette technologie pour un éditeur logiciel traditionnel.



c) Les exemples commerciaux

IBM BlueMix

Bluemix est l'offre PaaS d'IBM. Elle a été développée par une communauté d'experts IBM, travaillant en partenariat avec leurs clients. C'est l'une des méthodes utilisées par IBM pour l'implémentation de son modèle Paas nouvelle génération en vue d'obtenir une architecture open cloud mettant l'accent sur son environnement ouvert. Cette méthode permet aux clients de créer et déployer des applications très rapidement. Les environnements applicatifs sont essentiellement composés d'un environnement d'exécution, d'un ensemble de services et du code du développeur. Les services peuvent inclure : infrastructure, middleware, Big Data, applications mobiles, développement, et autres services opérationnels ou périphériques.

Bluemix offre trois technologies informatiques ouvertes : Cloud Foundry, Docker et OpenStack. Par conséquent, les applications peuvent utiliser des environnements d'exécution instantanés, des conteneurs ou des machines virtuelles, respectivement, dans lesquels on peut choisir le niveau d'infrastructure le plus adapté aux besoins applicatifs en termes d'architecture. Elle a été optimisée grâce au middleware d'IBM (services), qui vient s'ajouter aux services tiers et communautaires existants. Il existe trois méthodes uniques permettant de déployer les applications Bluemix : les formules Bluemix Public ou Bluemix Dédié (toutes deux optimisées par les 40 centres de données IBM SoftLayer répartis dans le monde entier), ou encore la formule Bluemix Local, mise en œuvre dans le centre de données client.

Bluemix associe le développement de l'application et la gestion de son cycle de vie. Cette association implique la gestion, le test, la configuration et la maintenance logicielle, grâce aux capacités des services IBM Bluemix DevOps.

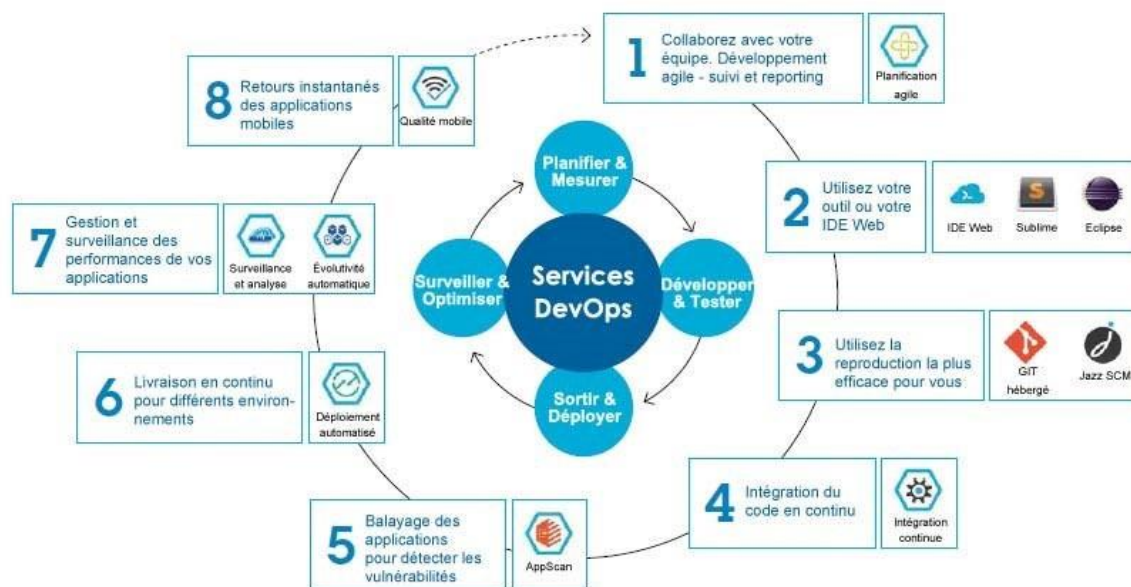


FIGURE 13 - LES SERVICES IBM BLUEMIX

Les services IBM Bluemix DevOps constituent un référentiel GIT destiné à la gestion du code source et aux activités de collaboration dans le cloud. Ils offrent une expérience intégrée, ouverte, évolutive, permettant un développement rapide et la création d'applications à l'aide d'un environnement IDE (Integrated Development Environment) associé à un référentiel GIT, en vue d'un déploiement rapide dans Bluemix. L'environnement IDE Web contient les outils et les processus de création d'applications mobiles et cloud permettant d'assurer la planification, le suivi, le contrôle de versions, le développement et le déploiement de logiciels dans le cloud.



Les services IBM Bluemix DevOps offrent un grand nombre d'autres capacités utiles pour le développement d'applications. Leurs principales caractéristiques sont les suivantes :

- hébergement public et gratuit de projets ;
- référentiels de codes à sources multiples ;
- aide au développement agile ;
- outils de développement Web, avec personnalisations spécifiques pour Bluemix ;
- pipeline de livraison en continu, pour le déploiement d'applications dans Bluemix.

Les développeurs peuvent également modifier le code sur leurs machines locales à l'aide d'un éditeur de texte ou d'un environnement de développement tel que Eclipse, puis déployer les applications dans Bluemix via l'interface de ligne de commande Cloud Foundry.

Bluemix Public et Bluemix Dédié sont hébergés par IBM SoftLayer (infrastructure IaaS) ; par conséquent, elles bénéficient des fonctionnalités de sécurité de cette infrastructure (pare-feu ou systèmes de prévention d'intrusion). De plus, Bluemix offre un grand nombre de capacités de sécurité rattachées à différentes catégories (fonctionnelles, opérationnelles et applicatives). Parmi ces catégories, on retrouve les fonctionnalités d'authentification, d'autorisation et d'audit, ou encore d'accès utilisateur et de gestion automatisée des correctifs. Par ailleurs, Bluemix simplifie la gestion des utilisateurs autorisés à se connecter aux applications cloud, et permet de détecter les vulnérabilités des applications, grâce aux contrôles de sécurité intégrés à la gestion des données, et aux services Big Data.

Pour la catégorie d'application elle-même, Bluemix offre des services tels que l'authentification unique des utilisateurs (SSO -Single Sign-On), la sécurité des bases de données et les registres d'utilisateurs. Les politiques de sécurité Bluemix s'appuient sur les normes informatiques IBM, sur les meilleures pratiques d'ingénierie sécurisée IBM, et sur les exigences réglementaires en matière de mise en conformité.

Google App Engine

Initialement conçu pour Python puis Java, le service PaaS de Google supporte également le langage PHP ou encore le langage propriétaire de Google, Go. Tous les langages exploitants la JVM (Java Virtual Machine) peuvent aussi exploiter l'infrastructure de PaaS de Google : Groovy, Clojure, JRuby ou Scala. L'essentiel des API et bibliothèques disponibles sont accessibles via Python ou Java qui restent clairement les deux langages de prédilection de Google App Engine.

Le rôle d'App Engine est de "masquer" le fonctionnement et la complexité des serveurs de Google. Lorsqu'un visiteur se connecte à un site, il arrive sur le *load balancer* (répartiteur de charge) de Google, qui va chercher un serveur disponible et pas trop chargé pour gérer la demande du visiteur. Si le site a besoin d'accéder à des données, ce qui est fréquent, il fera appel à une autre zone de serveurs appelée DataStore (c'est en quelque sorte la base de données).

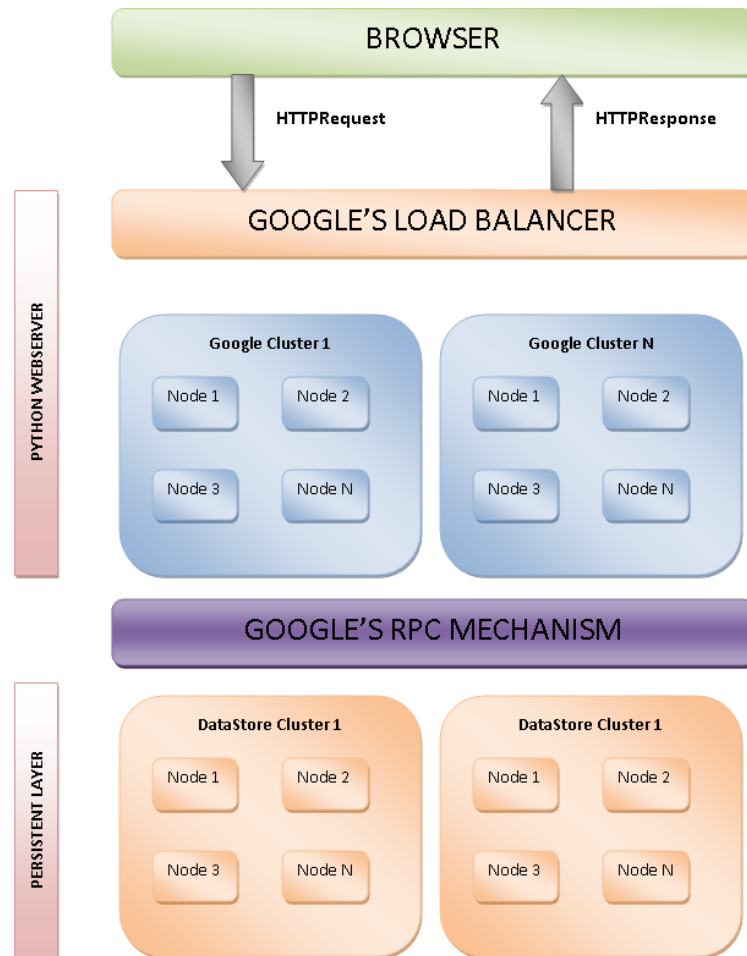


FIGURE 14 - GOOGLE APP ENGINE

La gestion des utilisateurs est une extension de celle utilisée par Google : l'utilisateur s'authentifie en utilisant son compte Google (Gmail par exemple). Les applications créées ne sont ainsi pas amenées à gérer la création des comptes, la gestion des données utilisateur ou la récupération des mots de passe. Ce service, libère aussi le développeur d'application de négocier la sécurité avec l'utilisateur. Cela permet aussi à l'utilisateur final de ne pas avoir à s'authentifier lorsqu'il visite un nouveau service App Engine.

Afin de protéger le système, les applications sont exécutées dans un Sandbox. Ce qui implique certaines contraintes :

- les écritures de fichiers ne sont pas autorisées ;
- la création de sockets n'est pas autorisée ;
- les applications ne peuvent pas lancer de Threads ;
- les processus tournant depuis plus de 30 secondes sont arrêtés ;
- les extensions C pour Python sont désactivées.

Google fournit pour différents langages de programmation un ensemble d'API permettant d'accéder à différents services.

- Memcache : correspond à cache au-dessus de la base de données ;
- URL Fetch : permet de faire des requêtes HTTP/HTTPS sur un autre serveur ;
- Email : permet d'envoyer et de recevoir des emails ;
- Images : permet de manipuler des images (rotation, dimension etc...) ;
- Google Accounts : permet d'utiliser les comptes Google pour des identifications au sein d'une application ;



- XMPP : Permet d'envoyer et recevoir des messages au format XMPP (utilisé dans Google Talk)
- Task Queues : permet de mettre des tâches de fond en file d'attente ;
- Cron : Il est possible de planifier des tâches à exécuter de manière récurrente pour, par exemple, envoyer une newsletter chaque mois ;
- Channel API: permet de créer une communication entre navigateur et serveur (push). C'est une implémentation de Comet avec l'aide d'une bibliothèque javascript ;
- Backends: permet de créer des instances permanentes d'une application avec un accès à plus de mémoire (nouveau de la version 1.5.0) ;
- Pull Queues: Comme les Task Queues mais l'application choisit des tâches dans la queue pour les exécuter (au lieu d'être servie) (nouveau de la version 1.5.0).

Le calcul du coût d'utilisation de Google App Engine est complexe. Les instances sont facturées à l'heure d'utilisation (0,05 dollars par heure), le trafic sortant coûte 0,12 dollars le Go, le service de cache (Memcache) est facturé 0,06 dollars par Go et par heure. Même l'API de gestion des logs est facturée au prix de 0,12 dollars le Go. A ce coût, il faut ajouter celui du stockage. Le recours au Datastore (le dispositif de stockage NoSQL où l'application va stocker ses données) est facturée 0,18 dollars par Go et par mois.

Google demande en outre 0,06 dollars par tranche de 100 000 opérations de lecture/écriture effectuées avec un tableau de règles clair sur ce qui est considéré comme une opération de lecture et une opération d'écriture. Enfin, l'API de recherche, accessible depuis Java et Python, est facturée indépendamment : 0,18 dollars par Go et par mois pour le stockage, 50 cents par tranche de 10 000 recherches, et enfin 2 dollars par Go pour l'indexation des documents.

Outre le Datastore NoSQL de Google App Engine, les applications créées peuvent exploiter les différents services de stockage Google (à savoir : Cloud Storage ou BigQuery), mais l'américain propose aussi Cloud SQL, une version de MySQL pilotable depuis sa console cloud.

Cette base de données est facturée soit sous forme de packages avec 7 niveaux de puissance et une facturation à la journée, soit à l'usage, avec un coût à l'heure (à partir de 0,025 dollars à 3,08 dollars de l'heure selon la mémoire consommée). Un coût auquel il faut ajouter 0,12 dollars par Go de trafic réseau sortant.

3) SaaS

Le logiciel en tant que service ou software as a service (SaaS) est un modèle d'exploitation commerciale des logiciels dans lequel ceux-ci sont installés sur des serveurs distants plutôt que sur la machine de l'utilisateur. Les clients ne paient pas de licence d'utilisation pour une version, mais utilisent librement le service en ligne ou, plus généralement, payent un abonnement.

Les principales applications actuelles de ce modèle sont :

- le gestionnaire de relation client (CRM) ;
- la visioconférence ;
- la gestion des ressources humaines ;
- les communications unifiées ;
- la messagerie et les logiciels collaboratifs.





Le SaaS est donc la livraison conjointe de moyens, de services et d'expertise qui permettent aux entreprises d'externaliser intégralement un aspect de leur système d'information (messagerie, sécurité...) et de l'assimiler à un coût de fonctionnement plutôt qu'à un investissement. Le contrat de services est essentiel pour définir le niveau de qualité de service (SLA). Le SaaS peut être vu comme l'équivalent commercial de l'architecture orientée service (SOA).

Les solutions SaaS sont principalement développées à destination d'entreprises et le marché connaît une très forte croissance depuis quelques années.

a) Les avantages et inconvénients du SaaS

Avantages du SaaS

L'utilisation de solutions logicielles en tant que service (SaaS) en entreprise permet un meilleur contrôle des charges techniques. L'ensemble des solutions techniques étant délocalisées le coût devient fixe, généralement fonction du nombre de personnes utilisant la solution SaaS. Le prix par utilisateur englobe le coût des licences des logiciels, de la maintenance et de l'infrastructure. Il revient à l'entreprise utilisatrice de faire son choix entre utilisation en SaaS, d'une part, et acquisition des licences puis déploiement en interne, d'autre part.

Les avantages du SaaS présentent un impact budgétaire et financier plutôt moindre. Les coûts totaux d'acquisition et de maintenance de la solution (TCO, total cost of ownership) s'avèrent moyens, contrairement à une acquisition traditionnelle de licence qui est généralement passée en immobilisation (CAPEX, hors maintenance).

Un avantage manifeste pour les entreprises est la rapidité de déploiement lorsque le logiciel SaaS correspond exactement au besoin (et qu'il ne nécessite aucune adaptation). Les solutions SaaS étant déjà préexistantes le temps de déploiement est extrêmement faible.

Un autre avantage pourrait être de réduire la consommation électrique en permettant la mutualisation des ressources sur des serveurs partagés par plusieurs entreprises (architecture multi-tenant) ainsi que l'usage d'un ordinateur à faible consommation muni d'un simple navigateur Web sans autres licences associées.

Inconvénients du SaaS

Lors de la mise en place de solutions SaaS, les données relatives à l'entreprise cliente sont, généralement, stockées sur les serveurs du prestataire fournissant la solution. Lorsqu'il s'agit de données sensibles ou confidentielles, l'entreprise est obligée de prendre des dispositions contractuelles avec le fournisseur.

Le niveau de confidentialité des données ou des documents dépend de la législation du pays de l'hébergeur contraignant les entreprises désireuses de confier leurs données à ne s'adresser qu'à des sociétés certifiées dans leur espace économique.

La délocalisation des serveurs de la solution SaaS permet également un accès nomade aux données de l'entreprise. Cet accès entraîne un souci de sécurité de l'information lors du départ de collaborateurs. Il est indispensable d'avoir mis en place des procédures permettant, lors d'un départ, de supprimer l'habilitation de l'ancien collaborateur à accéder aux données de l'entreprise.

Par ailleurs, l'intégration des applications SaaS entre elles ainsi qu'avec les autres applications du système d'information, hébergées dans les centres de données de l'entreprise, figure parmi les principaux handicaps du SaaS. De nouveaux profils d'acteurs apparaissent pour répondre à cet enjeu à travers des plates-formes applicatives de type PaaS fournissant des briques complémentaires ou des API permettant à ces applications de dialoguer entre elles.



Il est également important d'adapter son plan de continuité de l'activité à l'intégration de solutions SaaS ainsi que de prévoir les divers scénarios possibles en cas de problèmes avec le prestataire de la solution SaaS.

En termes de contrôles internes, il est recommandé que le prestataire de service fournisse un certificat de type SSAE16 à son client afin de garantir de la bonne qualité de son propre système de contrôles internes. Le cas échéant, le client doit prendre des mesures compensatoires comblant les manquements de son fournisseur de service.

Les migrations informatiques peuvent être compliquées puisqu'il faut basculer les données de la plateforme d'un fournisseur vers celle d'un autre, avec divers problèmes associés (compatibilité, apparence pour le client, etc.). Dans le cadre du SaaS, le client se trouve lié à son fournisseur.

Le même service nécessite le fonctionnement de deux ordinateurs (client/prestataire) au lieu d'un seul. Cela peut augmenter la consommation électrique, notamment lorsque l'on utilise un poste client à forte consommation et un serveur non mutualisé. Il y a également un troisième acteur, c'est le fournisseur d'accès internet (FAI) car c'est lui qui assure la communication entre le client et le prestataire, donc une ligne hors service est égale à l'arrêt total de l'activité de la société d'où la nécessité de se procurer des lignes redondantes avec un débit minimal fixe assuré par l'opérateur télécom.

b) Les exemples commerciaux

Office 365

Office 365 est la déclinaison par abonnement de la suite Office de Microsoft (dont la dernière version étant Office 2016). Lancé en 2010, Microsoft Office 365 est au départ un agrégat d'applications conçues indépendamment, reprenant les briques de l'Office historique : Word, Excel, Exchange, Sharepoint... Microsoft y a ajouté par la suite des applications annexes, tels son service de stockage cloud SkyDrive qui sera rebaptisé ensuite OneDrive. Mais aussi des logiciels issus d'acquisitions : Skype ou encore le réseau social d'entreprise Yammer, par exemple. Depuis, l'éditeur s'est lancé dans un vaste chantier visant à mieux intégrer toutes ces briques ensemble.

Particuliers, étudiants, TPE, PME, grandes entreprises et grands groupes, Microsoft décline Office 365 en pas moins de 11 forfaits visant à répondre, chacun, à l'un de ces publics. Sept d'entre eux ciblent spécifiquement les entreprises (voir le tableau ci-dessous), deux sont taillés pour les particuliers : Office 365 Personnel et Office 365 Famille.

Ces forfaits pour les particuliers ouvrent l'accès à l'ensemble des briques de base de la suite Office (Word, Excel, PowerPoint, etc.), mais n'incluent pas les applications collaboratives (type Yammer ou Microsoft Teams) dessinées pour l'entreprise. Un forfait, d'entrée de gamme, est gratuit : Office Online. Il se limite à la déclinaison d'Office 365 en mode Web (avec la messagerie Outlook.com, OneDrive et des versions en ligne de Word, Excel et PowerPoint). Office Online ne permet pas d'installer les logiciels de la suite Office sur son poste.



	Business Essentials	Business	Business Premium	ProPlus	Entreprise E1	Entreprise E3	Entreprise E5
Nombre d'utilisateurs	300 maximum	300 maximum	300 maximum	Illimité	Illimité	Illimité	Illimité
Modules supplémentaires	Office Online, Exchange, Skype Entreprise, Yammer	Publisher	Echange, Skype Entreprise, Yammer	Access	Skype Entreprise, Yammer...	Access, Skype Entreprise, Yammer...	Access, Skype Entreprise, Yammer, SharePoint, PowerBI...
Nombre d'installations	Office Online	5 PC ou Mac	5 PC ou Mac	5 PC ou Mac	5 PC ou Mac	5 PC ou Mac	5 PC ou Mac
Terminaux mobiles		5 tablettes et 5 smartphones	5 tablettes et 5 smartphones	5 tablettes et 5 smartphones		5 tablettes et 5 smartphones	5 tablettes et 5 smartphones
Stockage OneDrive	1 To	1 To	1 To	NC	1 To	1 To	1 To
Stockage dans la messagerie			50 Go	NC	50 Go	Illimitée	Illimitée
Prix par utilisateur et par mois	4,20 € HT	8,80 € HT	10,50 €	12,90 € HT	6,70 € HT	19,70 € HT	34,40 € HT

FIGURE 15 - COMPARATIF DES VERSIONS BUSINESS ET ENTREPRISE D'OFFICE 365

La communication est une autre priorité de Microsoft avec Office 365. Lancé fin 2015, le forfait Office 365 E5 apporte plusieurs nouveautés dans ce domaine. Il introduit notamment un service de PBX, basé sur Skype for Business, qui est conçu pour assurer la gestion en mode cloud de la téléphonie d'une entreprise. Skype Entreprise intègre, aussi, une fonctionnalité (baptisée "PSTN calling") pour piloter les appels téléphoniques transitant via un système de téléphonie traditionnel (RTC). Une possibilité qui sera disponible en France à partir de décembre 2016. Avec cette nouvelle corde à son arc, Microsoft vient directement concurrencer les équipementiers télécoms traditionnels.

Dans les dernières versions d'Office 365, Microsoft reste focalisé sur le couple communication-collaboration. Skype for Business est notamment intégré aux applications Office (Word, Excel et PowerPoint) en vue d'optimiser le partage et la co-édition de document. Enfin, Microsoft a adjoint à la suite une solution de partage de contenu vidéo : Stream (ex-Office 365 Video). Une brique qui doit introduire à terme la possibilité de diffuser un flux vidéo en live.

Google Apps for Work (G Suite)

Les Google Apps for Work, désormais rebaptisées G Suite, représentent à ce jour l'une des principales alternatives à la suite Office 365 de Microsoft. A la différence de cette dernière qui laisse le choix entre une version web et des logiciels à installer sur son terminal, la suite bureautique de Google n'est disponible qu'en ligne (en SaaS).

Une version gratuite de G Suite était proposée par Google jusqu'au 6 décembre 2012. Baptisée Google Apps Édition Standard, elle intégrait une palette fonctionnelle limitée. Les personnes qui s'étaient inscrites à cette édition avant cette date peuvent continuer à l'utiliser. Mais, elle n'accueille plus de nouveaux abonnés.

Au-delà de la grande popularité de Gmail, le succès des Google Apps for Work s'est aussi bâti sur la base de leurs fonctionnalités collaboratives. Google a notamment été l'un des tous premiers à proposer



la coédition de document en temps réel. Une possibilité disponible aussi bien dans le traitement de texte Google Docs que dans le tableur Google Sheets.

G Suite embarque une dizaine d'applications. Les plus populaires d'entre elles sont Gmail, Google Drive et Google Agenda.

<u>Gmail</u>	Messagerie
<u>Google Agenda</u>	Des agendas intégrés en ligne, conçus pour le travail en équipe
<u>Google Hangouts</u>	Messagerie instantanée et visioconférence
<u>Google Drive</u>	Stockage et partage de documents
<u>Google Docs</u>	Traitement de texte et coédition de documents
<u>Google Sheets</u>	Tableur
<u>Google Formulaires</u>	Création d'enquêtes et de formulaires
<u>Google Slides</u>	Création de présentations et slideshow
<u>Google Sites</u>	Création de sites intranet
<u>Google+</u>	Réseau social d'entreprise
<u>Console d'administration</u>	Console d'administration d'entreprise
<u>Vault</u>	Archivage des contenus

FIGURE 16 - APPLICATIONS G SUITE

Destinées au départ pour le grand public, les apps de Google se veulent simples à utiliser. C'est ce qui fait leur force (pour accélérer leur prise en main, Google vient d'acquérir une extension Chrome de formation). Revers de la médaille : elles montrent des limites dans le domaine professionnel. A l'origine, la brique de réseau social de la suite, Google+, présentait par exemple de graves lacunes en termes d'administration, de modération, et de gestion des profils - avec une confusion entre espaces personnels et professionnels. Google a depuis rectifié le tir. Autre critique : le décroisement de l'offre. Sur ce plan, la décision de Google de séparer Hangouts et Google+ a été très critiquée.

En termes de prix, Google a opté pour un tarif unique de 4 euros (HT) par mois et par utilisateur (qui permet de bénéficier de 30 Go d'espace) et le double pour un stockage illimité. Pour attirer de nouveaux clients, le groupe propose sa suite gratuitement aux organisations ayant recours à une solution concurrente pour 100 à 3 000 comptes (la durée de la gratuité s'étendant jusqu'à la date d'expiration de l'ancien contrat). Il a aussi initié un programme de parrainage qui offre à ses clients la somme de 12 euros pour chaque nouvel utilisateur qui se sera inscrit de leur part.

Comme Microsoft avec Office 365, Google a également amorcé l'ouverture de G Suite. L'objectif étant de permettre à d'autres éditeurs de venir y greffer des applications. Le groupe propose ainsi un kit d'outils et diverses API (notamment pour Google Sheets et Google Slides) qui doivent faciliter l'intégration de fonctionnalités à des outils tiers. Plusieurs fournisseurs de logiciels utilisent d'ailleurs déjà ces outils pour s'intégrer aux applications G Suite. C'est le cas par exemple de Salesforce, Anaplan, Sage ou Asana.



D. Les modèles de déploiement

1) Cloud privé

Un Cloud privé est un modèle de Cloud qui offre des avantages similaires à un Cloud Public, notamment en termes d'évolutivité et de libre-service, mais via une architecture propriétaire. Contrairement aux Clouds publics, qui fournissent des services à plusieurs entreprises, une seule entreprise exploite un Cloud privé.

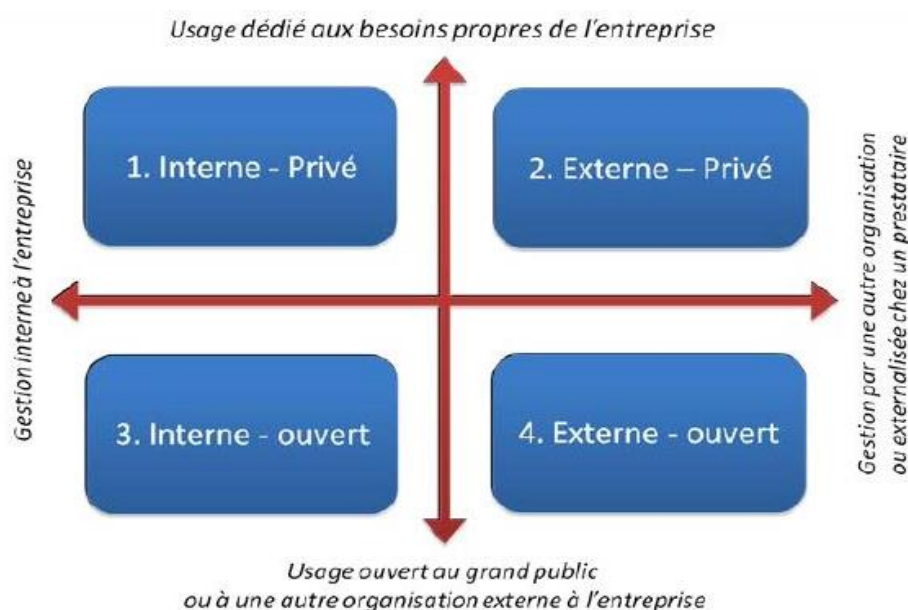


FIGURE 17- SCHEMA DIFFERENTS MODELES DE DEPLOIEMENT

a) Le Cloud interne privé

Ainsi, dans le Cloud Interne privé, la DSI garde une parfaite maîtrise du Cloud. Elle dispose bien entendu des avantages offerts par le Cloud, c'est à dire d'une meilleure agilité et qualité de service. A titre d'exemple, ce Cloud interne privé peut ainsi permettre de disposer d'espaces collaboratifs internes ou de déployer des serveurs virtuels à la demande.

b) Le Cloud externe privé

Le Cloud externe privé est une solution très répandue. Il s'agit donc de confier la gestion du Cloud à une entreprise prestataire spécialisée. Le modèle économique privilégié est généralement l'abonnement, ce qui implique une réflexion sur la flexibilité offerte au niveau des finances mais également sur le ROI attendu. De plus, de nouvelles problématiques émergent et doivent être traitées avec attention, notamment la sécurité des données, leur lieu d'hébergement, la réversibilité du service, ou encore, l'interopérabilité des systèmes. Tous ces points doivent donc être traités avec attention lors de la contractualisation. A titre d'exemple, il peut ainsi s'agir d'une location de serveurs virtuels, ou de la mise à disposition d'une application en ligne.



2) Cloud Public

a) Le Cloud interne public

Le Cloud interne public concerne plus généralement les opérateurs de Cloud eux-mêmes. Il s'agit alors de proposer des services Cloud en interne dans l'entreprise et à des clients externes. Les mêmes problématiques que pour le Cloud externe privé peuvent ainsi être soulevées, avec notamment le choix d'un modèle économique. A titre d'exemple, il pourra alors s'agir d'une offre de serveurs virtualisés ou encore de la fourniture de sites web clés en main pour des entreprises franchisées.

b) Le Cloud Externe public

Enfin, le Cloud externe public concerne les directions métiers qui confient à des entreprises externe la mise à disposition de services de Cloud pour leurs partenaires ou leurs clients. Dans ce schéma de fonctionnement, la DSI de l'entreprise n'est plus alors gestionnaire, mais elle conserve son rôle de prescripteur et à également pour tâche d'assurer la cohérence de ce service vis à vis du SI de l'entreprise. A titre d'exemple, il pourra ainsi s'agir de proposer des espaces de stockage de données (de type Dropbox par exemple) ou de proposer des services de réseaux sociaux, comme Facebook ou LinkedIn.

3) Cloud communautaire

Le Cloud communautaire, c'est la possibilité pour plusieurs entités ou membres d'organisations ayant les mêmes besoins, d'utiliser une seule et unique solution de Cloud. Dans ce cas, le Cloud est partagé au sein de plusieurs structures (sociétés, filiales, regroupement d'entreprises, groupes métiers etc.) et sa gestion est assurée soit en interne, soit en externe. Il peut alors être utilisé pour des applications génériques adaptées aux préoccupations du groupe, ou encore pour héberger des applications très spécialisées, mais communes à de très nombreuses entreprises qui souhaitent fédérer leurs efforts.

Les solutions Cloud Communautaires se sont démarquées par la possibilité à résoudre la complexité grandissante des processus de réservations. On retrouve celles-ci, non seulement pour le trafic aérien, mais aussi pour les hôtels, les locations de voitures... Les vols effectués le même jour, par plusieurs compagnies différentes avec des voyageurs de destinations diverses, sont autant de facteurs difficiles à gérer. Ainsi, une compagnie aérienne logique, ne cherchera plus à créer sa propre application de réservation.

4) Cloud hybride

Un Cloud hybride est un service Cloud intégré utilisant à la fois des Clouds privés et des Clouds publics pour remplir différentes fonctions au sein d'une même organisation. Si tous les types de services Cloud sont censés offrir un certain niveau d'efficacité, à des degrés divers, les services de Cloud public sont susceptibles d'être plus avantageux au niveau des coûts et plus évolutifs que des Clouds privés. C'est pourquoi une organisation peut maximiser son efficacité en utilisant des services de Cloud public pour ses opérations non-sensibles, et s'appuyer en revanche sur un Cloud privé lorsqu'elle en a besoin, faisant en sorte que toutes ses plateformes soient intégrées harmonieusement.

Les modèles de Cloud hybride peuvent être mis en œuvre de nombreuses façons :

- Différents fournisseurs de Cloud s'unissent afin de fournir des services de Cloud privé et public en tant que service intégré ;
- Des fournisseurs de Cloud individuels proposent un pack hybride complet ;
- Les organisations gérant elles-mêmes leur propre Cloud privé souscrive à un service de Cloud public qu'elles intègrent ensuite dans leur infrastructure.

En pratique, une entreprise peut mettre en place un hébergement Cloud hybride pour héberger son site web de commerce électronique dans un Cloud privé, sécurisé et évolutif, et héberger son site web ordinaire dans un Cloud public, plus avantageux en termes de coûts (car la sécurité est moins importante dans ce cas). De même, une offre d'Infrastructure as a Service (IaaS) peut par exemple suivre le modèle



du Cloud hybride en fournissant à une entreprise financière un stockage pour les données de ses clients dans un Cloud privé, puis permettre la collaboration sur la planification de projets dans un Cloud public où elle est accessible par de nombreux utilisateurs aux emplacements requis.

Une configuration de Cloud hybride comme l'hébergement hybride est en mesure de fournir les fonctionnalités suivantes à ses utilisateurs :

- l'extensibilité : alors que les Clouds privés offrent un certain niveau d'extensibilité selon leur configuration (par exemple en fonction de leur hébergement interne ou externe), les services de Cloud public offrent une plus grande extensibilité, puisque leurs ressources sont tirées d'une plus grande infrastructure Cloud. Déplacer autant de fonctions non-sensibles que possible vers le Cloud public permet à une organisation de bénéficier de l'extensibilité du Cloud public tout en réduisant la demande en Cloud privé ;
- les avantages en termes de coûts : encore une fois, les Cloud publics sont susceptibles d'offrir de plus importantes économies d'échelle (comme la gestion centralisée), et ainsi de meilleurs avantages en termes de coûts, que les Clouds privés. C'est la raison pour laquelle les Clouds hybrides permettent aux organisations de réaliser de telles économies pour le plus grand nombre de fonctions possibles, tout en gardant leurs opérations sensibles en sécurité ;
- la sécurité : l'élément privé du modèle de Cloud hybride n'apporte pas seulement la sécurité là où elle est nécessaire pour les opérations sensibles, mais permet également de satisfaire aux exigences légales en matière de détention et de stockage des données, si nécessaire ;
- la flexibilité : la possibilité de bénéficier à la fois de ressources sécurisées et à la fois de ressources publiques avantageuses en termes de coûts peut fournir aux organisations plus d'opportunités pour explorer différentes options opérationnelles.

a) Inconvénients

Bien que le cloud computing hybride offre divers avantages par rapport au cloud public seul, il pâtit des mêmes problèmes de sécurité et de confidentialité qui entachent la perception populaire des fournisseurs de plateformes de cloud public. Pour beaucoup d'entreprises, permettre à des informations de transiter sur un réseau qui peut être sujet au captage ou à l'interception par des tiers fait peser un risque imprudent et superflu pour la sécurité.

De plus, le cloud hybride (tout comme le cloud public) est peu adapté aux situations dans lesquelles le transfert des données sur les deux extrémités du cloud est une opération cruciale, sensible au retard sur le réseau et à la latence des temps d'interrogation.

Rentre également en considération l'aspect financier. Les entreprises ayant budget informatique réduit ne peuvent probablement pas se permettre de déployer une solution de cloud computing hybride. Le coût de départ des serveurs du côté privé du spectre est considérable. De plus, les besoins des petites entreprises susceptibles d'avoir un budget informatique restreint peuvent probablement être comblés en ayant recours aux services d'un prestataire de cloud public.



b) Cas d'usages

Les clouds hybrides sont souvent déployés dans le secteur financier, notamment lorsque la proximité est importante et que l'espace physique est cher. L'enregistrement des ordres d'échanges via l'infrastructure de cloud privé et l'exécution du traitement analytique sur les transactions à partir de l'infrastructure de cloud public diminuent fortement la quantité d'espace physique nécessaire pour la tâche sensible à la latence qu'est la passation des ordres d'échanges. C'est également crucial pour la sécurité des données. De nombreuses sociétés d'investissement basent *toute leur activité* sur des algorithmes d'échanges définis par des seuils. Confier ces données à un prestataire de cloud public est, pour la majorité de ces sociétés, un risque superflu qui pourrait exposer les fondements mêmes de leur activité.

La technologie de cloud computing hybride est aussi largement utilisée dans le secteur de la santé, car la nécessité de transmettre les données entre les prestataires de santé et les compagnies d'assurances pour des centaines de milliers de patients est une lourde tâche. La conformité à la loi américaine sur la transférabilité et la responsabilité des assurances de santé (HIPAA) constitue à cet égard un obstacle réglementaire, car le cloisonnement des informations pour se conformer à la loi HIPAA sur la non-divulgaration des informations médicales protégées nécessite une configuration approfondie des autorisations.

Pour des raisons similaires, les cabinets d'avocats utilisent des infrastructures de cloud hybride, souvent sous forme d'entrepôts de données cryptés hors site, pour se protéger contre le risque de perte due au vol, à la défaillance matérielle ou à une catastrophe naturelle telle qu'un ouragan qui détruirait les preuves ou documents d'origine.

L'industrie de la vente au détail a elle aussi recours aux services de cloud computing hybride. Le transfert des informations de vente et le traitement analytique dérivé de ces données représentent une tâche gourmande en calcul.



II. Etat actuel du changement

A. Les réalités

L'époque de la nouveauté est passée, le Cloud Computing oscille désormais entre banalité et criticité. Et une majorité de décideurs considèrent aujourd'hui le cloud comme l'avenir de l'informatique. 9 décideurs IT sur 10 (86%) affirment que le Cloud Computing est l'avenir de l'informatique. Ils sont tout autant (91 %) à avoir déployé au moins un service dans le nuage, les entreprises américaines interrogées ayant déployé en moyenne 4,1 services dans le cloud. Confirmation de l'attrait des entreprises pour le cloud, le nombre des responsables et des administrateurs informatiques qui font confiance au cloud ne cesse de progresser. De 53 % en 2013, ils sont aujourd'hui 68 %. Ce qui explique en partie pourquoi 50 % des décideurs ont augmenté le budget consacré au cloud en 2015, et tout autant à poursuivre sur cette voie cette année.

1) De nouveaux services et des bénéfices attendus

Au cours des trois prochaines années, 3 entreprises sur 4 (75%) vont probablement ajouter des services nouveaux et/ou supplémentaires. Ces services concerneront :

- 23 % - Le datacenter et les serveurs
- 22 % - Les systèmes téléphoniques et de communication
- 21 % - Le reprise après sinistre

Les bénéfices attendus sont multiples, principalement sur :

- 82 % - Scalabilité (évolutivité)
- 75 % - Flexibilité
- 72 % - Réduction du coût total de possession

2) Les obstacles demeurent

Même si l'engouement pour le Cloud Computing est largement confirmé, quelques obstacles demeurent. Ils concernent principalement les questions de sécurité. Un peu plus d'un décideur IT sur 2 (55%) considère que les problèmes de sécurité constituent potentiellement les plus grands obstacles au cloud. Et 40 % d'entre eux ont la même considération pour les questions de conformité. Ajoutons qu'un décideur sur 2 considère que les données sont plus protégées dans un nuage privé que sur une infrastructure sur site ou sur un cloud public.

B. Ce que pensent les DSI

L'intégration du cloud dans les entreprises est croissante et les DSI sont partagés sur la question. Déjà en 2010, 25% des DSI pensent que le cloud était une priorité pour leur entreprise, et cette tendance ne fait que s'accroître.

On estime que 90% des entreprises auront un usage du cloud d'ici fin 2017, et cette utilisation entraîne forcément une évolution du métier de DSI. Le DSI est en effet appelé à évoluer vers le conseil et la médiation.

Le directeur informatique n'est donc désormais plus le maître du système d'information : plus d'un tiers des personnes interrogées ont déclaré que des services de « cloud computing » avaient été déployés par des entités au sein de leur entreprise sans implication du département informatique. Et les deux tiers pensent que cette tendance va considérablement s'accroître d'ici à 2020. Est-ce alors la fin du DSI ? Ils sont 20 % à penser que le poste perdra un jour de son sens mais pas d'ici 2020. Car c'est bien un expert qu'il faut pour estimer les volumes nécessaires et gérer le réseau de l'entreprise en cas de recours massif au « cloud ». Les deux tiers des personnes interrogées pensent que le directeur financier ne remplacera



pas le directeur informatique dans cette évolution du provisionnement informatique, mais que le rôle du directeur des opérations et celui du directeur informatique fusionneront.

Pour aller également dans le sens du cloud, 65% des DSI affirment que l'utilisation du cloud est aussi sécurisée que l'utilisation d'une solution on-premise au niveau des serveurs d'entreprise. On peut inclure dans cette statistique 17.8% des répondants qui estiment que le cloud est même plus sécurisé qu'une installation on-premise.

Pour les DSI et RSSI, cette perception sur la sécurité du Cloud tient essentiellement aux efforts réalisés par les opérateurs (SaaS ou IaaS) pour sécuriser leurs plateformes. Chacun est conscient que sans la confiance, le cloud peinera à conquérir les entreprises. Les différentes alliances existantes entre opérateurs et fournisseurs pour sécuriser le cloud vont dans ce sens.

Cependant, certains DSI dénoncent des coûts cachés dans l'installation de ce type de système.

Basée sur les réponses de 150 professionnels de l'IT en France, une étude évalue à près de 600 000 euros par an en moyenne le montant de ces coûts cachés.

Dans le détail, ces dépenses inattendues proviennent de l'intégration (44 %), de la maintenance interne de logiciels (38 %), de la maintenance interne de matériels (39 %), de l'intégration entre différents Cloud (28 %), des ressources humaines nécessaires au déploiement (25 %) ou encore de la gestion des fournisseurs de services (22 %). Au final, les responsables IT qui estiment ne pas avoir atteint leurs objectifs en matière de réduction des coûts (43 % du total) sont presque aussi nombreux que ceux qui sont convaincus du contraire (47 %). Rappelons que la réduction des coûts reste la première motivation conduisant les entreprises hexagonales à s'intéresser au Cloud.

Au final, 69 % des responsables interrogés en France estiment que leur organisation débourse davantage avec le Cloud qu'auparavant pour maintenir l'intégration du SI. Plus que dans n'importe quel autre pays sondé par Vanson Bourne. Et le Cloud n'a pas forcément amélioré le quotidien à la DSI, contrairement aux promesses affichées par les prestataires. 60 % des responsables interrogés pensent que le Cloud a rendu leur travail plus stressant.

C. Ce que veulent les métiers

La Commission Conseils d'Eurocloud a identifié qu'une réflexion devrait s'engager sur le modèle de tarification et de services proposés par les cabinets de conseil, en particulier avec l'évolution des solutions Cloud.

En effet, les technologies et les usages ont connu de grands bouleversements, il s'agit d'identifier si le modèle actuel est encore valide pour adresser les attentes de nos clients.

Une enquête a été effectuée auprès de 50 cabinets et DSI. La métrique utilisée pour cette enquête est le taux journalier moyen, ce métrique de facturation lié aux prestations en régie ou au forfait, elle permet de mesurer la durée et la complexité d'un projet.

Au niveau des clients, le critère "valeur perçue" est devenu déterminante lors du choix d'un cabinet : au lieu de révolutionner tous les 5 ans, DSI et métiers préfèrent évoluer en continu. Les logiques de ROI, mais surtout de besoins en évolution, dictent de nouvelles règles pour un marché dont les cycles deviennent plus courts, avec des choix technologiques moins engageants.

Suite à cette étude, les secteurs public et privé sont en attentes de changement pour passer sur un nouveau modèle "valeur perçue". La fusion vers un mode de tarification commun semble difficile à cause des différentes pratiques.

Pour les Grands Comptes, il s'agit d'une recherche d'agilité pour s'adapter à des marchés très compétitifs et volatiles. Alors que les PME sont à la recherche d'efficacité et de résultats.



D'après une enquête Forrester, le self-service est devenu le mode d'interaction n°1 du service client, c'est-à-dire que le client peut gérer lui-même sa solution cloud d'A à Z en autonomie ou à l'aide d'un chat en ligne. Plus besoins d'interagir avec une personne et devoir attendre sa réponse.

Les mentalités des clients évoluent, ils ne veulent plus se préoccuper de leur SI qui évoluent constamment et qui coûte hors de prix, c'est pourquoi les clients choisissent une solution externalisée.

Des métropoles comme Rouen se dotent d'un SI industrialisé, rationalisé et paré pour l'avenir, ainsi, en utilisant une solution cloud hybride, ils peuvent développer leur SI et se décharger d'une part de la croissance de l'infrastructure.

III. Les risques d'aujourd'hui et de demain

A. Les risques opérationnels

Le cloud computing possède de nombreux avantages, néanmoins, comme toute technologie, celle-ci comporte des risques :

- l'existence de brèches de sécurité tant sur l'une des couches logiques du Datacenter que celles issues d'erreurs humaines ;
- la fragilité dans la gestion des accès et des identités, bien que certains fournisseurs renforcent les interfaces d'authentification avec d'autres moyens tels que les certificats, les smartcards, la technologie OTP et bien d'autres ;
- l'utilisation d'API non sécurisées pour l'intégration des applications avec les services cloud ;
- l'exploit de vulnérabilités des systèmes d'exploitation sur les serveurs du cloud et même sur les applications hébergées ;
- le piratage de compte, qui est un vieux type d'attaque informatique, vient avec une forte recrudescence depuis l'avènement d'Internet et encore celui du cloud computing ;
- une action malveillante initiée en interne dans les effectifs du fournisseur. Une personne malveillante dans l'équipe de gestion du Datacenter peut facilement nuire à la confidentialité et l'intégrité des environnements hébergés ;
- les menaces persistantes avancées (en anglais, APT : Advanced Persistent Threats) qui consistent en une forme d'attaque où le hacker réussit à installer d'une façon ou d'une autre un dispositif dans le réseau interne de l'organisation, à partir duquel il peut extirper des données importantes ou confidentielles. C'est une forme d'attaque difficile à détecter pour un fournisseur de services cloud ;
- la perte de données qui peut être causée par une attaque informatique (logique) du Datacenter, une attaque physique (incendie ou bombardement), une catastrophe naturelle, ou même simplement à un facteur humain chez le fournisseur de services, par exemple en cas de faillite de la société ;
- les insuffisances dans les stratégies internes d'adoption ou de passage au cloud. Les entreprises ou les organisations ne prennent pas souvent en compte tous les facteurs de sécurité liés à leur fonctionnement avant de souscrire à un service cloud. Certaines négligences, tant au niveau du développement d'application qu'au niveau de l'utilisation basique, leur sont parfois fatales ;
- utilisation frauduleuse des technologies cloud en vue de cacher l'identité et de perpétrer des attaques à grande échelle ;



- le déni de service qui est une attaque qui consiste à rendre indisponible un service par une consommation abusive des ressources telles que les processeurs, la mémoire ou le réseau ;
- les failles liées à l'hétérogénéité des technologies imbriquées dans l'architecture interne du cloud, et l'architecture externe d'interfaçage avec les utilisateurs.

B. La législation

Les fournisseurs de service de cloud ne sont soumis à aucune législation spéciale, sauf dans le cas où ils sont hébergeurs de données de santé.

Les entreprises utilisatrices de services « Cloud » doivent elles s'assurer de la localisation physique des données qu'elles hébergent dans le nuage.

Seule la loi « Informatique et libertés », qui oblige à garantir la confidentialité et la sécurité des données à caractère personnel va donc exercer une contrainte sur les fournisseurs de « cloud » et leurs clients.

La CNIL permet 3 exceptions pour lesquelles le transfert des données en dehors du territoire français ou européen est admis.

On a ce qui est permis par le « Safe Harbor » (transfert de l'UE vers les USA), par les « Binding Corporate Rules (règle spéciale pour les multinationales dont certains sites sont en dehors de l'Union Européenne) et par l'article 69 de la loi « Informatique et libertés ».

L'article 69 de la loi « Informatique et Libertés » est assez précis :

« Le responsable d'un traitement peut transférer des données à caractère personnel vers un Etat ne répondant pas aux conditions prévues à l'article 68 si la personne à laquelle se rapportent les données a consenti expressément à leur transfert ou si leur transfert est nécessaire à l'une des conditions suivantes :

- à la sauvegarde de la vie de cette personne ;
- à la sauvegarde de l'intérêt public ;
- au respect d'obligations permettant d'assurer la constatation, l'exercice ou la défense d'un droit en justice ;
- à la consultation, dans des conditions régulières, d'un registre public qui, en vertu de dispositions législatives ou réglementaires, est destiné à l'information du public et est ouvert à la consultation de celui-ci ou de toute personne justifiant d'un intérêt légitime ;
- à l'exécution d'un contrat entre le responsable du traitement et l'intéressé, ou de mesures précontractuelles prises à la demande de celui-ci ;
- à la conclusion ou à l'exécution d'un contrat conclu ou à conclure, dans l'intérêt de la personne concernée, entre le responsable du traitement et un tiers. »

L'attention doit être particulièrement mise sur plusieurs critères contractuels :

- le lieu d'hébergement des données, des backups et dispositifs de PRA (Plan de Reprise d'Activité) au sein de l'Union Européenne ;
- la présence exclusive dans la chaîne de services Cloud de sociétés de droits Européens pouvant démontrer qu'elles ne sont pas soumises à la législation américaine ;
- l'encadrement explicite du droit de transfert des données à un tiers, avec obligation d'approbation préalable par le Client ;
- le respect des clauses préconisées par la CNIL sur la protection des données.



L'usage en Europe de services Cloud qui collectent, stockent, gèrent ou traitent des données contraint le responsable du traitement à se conformer à la législation européenne. Si un fournisseur SaaS est une société américaine, ou filiale d'une société américaine, il est soumis à la législation américaine sur l'accès aux données, notamment la loi « USA Patriot Act », quel que soit le lieu d'hébergement physique des données, en Europe ou ailleurs. La NSA a ainsi le droit d'exiger d'accéder aux données hébergées et le prestataire a l'interdiction d'informer ses clients sur cette requête. Cette obligation légale heurte frontalement la réglementation européenne sur la protection des données.

Le client se trouve alors lui-même, souvent à son insu, exposé juridiquement et financièrement car il ne peut garantir qu'il respecte la législation sur la protection des données. Le « Safe Harbour » que font valoir certains fournisseurs Cloud a malheureusement été rendu caduc par la Loi USA Patriot Act. Dans ce contexte douteux, les entreprises qui font appel à des solutions Cloud de type datacenter ou SaaS recherchent désormais une plus grande transparence vis-à-vis du respect de la législation européenne et de la protection de leurs données, et en particulier des données personnelles qui font l'objet d'une législation toujours plus contraignante en France et en Europe.

IV. La conduite du changement

D'un point de vue général, les sociétés sont confrontées à la résolution d'une équation complexe pour faire évoluer leurs systèmes d'informations. Elles doivent trouver des solutions permettant de répondre aux exigences et aux problématiques suivantes :

- l'adaptation régulière et de plus en plus rapide du système d'informations au business (Agilité) ;
- la simplification de l'administration et l'optimisation des interventions ;
- la maîtrise des coûts, la diminution du TCO ;
- la réduction des temps de mise à disposition des ressources informatiques (puissance, stockage, serveurs, ...) ;
- la maîtrise du cycle de vie des applications ;
- la croissance des demandes utilisateurs.

Le Cloud est sans conteste, un atout important pour aider les DSI et leurs entreprises à répondre à leurs objectifs de développement d'évolution et de croissance. Mais, nombre de DSI considèrent le cloud computing comme une solution technologique alternative, à certains aspects de l'environnement IT existant, sans en identifier complètement tous les changements induits. Le cloud computing est une technologie "transformative" qui aura un impact sur l'ensemble de l'organisation. Dès lors, la bonne approche pour ces projets, consiste à penser usage avant de parler des composants technologiques.

L'utilisation massive de technologies de virtualisation ne suffit pas à transformer une infrastructure en « Cloud Privé ». Le cloud computing, est avant tout un principe qui consiste à automatiser au maximum le fonctionnement d'un système d'information. C'est par l'automatisation que l'on améliore de manière significative, l'agilité, la performance et que l'on diminue les coûts. Mais cette automatisation entraîne de profonds changements qui nécessitent d'être anticipés.

Il est déterminant d'apporter le plus grand soin à l'élaboration des définitions des services, le choix des technologies et des processus, la mise en place des équipes et l'intégration des nouveaux processus dans les anciens. La transformation doit être progressive, sans remise « à zéro » brutale de l'existant. L'aspect humain est particulièrement important et les entreprises doivent être très vigilantes dans l'accompagnement offert à leurs collaborateurs vers ces nouvelles façons de penser et de faire, sous peine de s'exposer à un réflexe de refus du changement et mettre en péril le démarrage du cumulus !



Il y a trois grandes étapes nécessaires à la conduite du changement lié au cloud.

La première est la réalisation d'une étude préalable.

Cette étape consiste à briser la glace entre différents mondes que sont les études, la production, l'IT et la DSI afin que tous les acteurs adhèrent au projet et surtout échangent en tenant compte des impératifs de chacun, pour définir les services de bout en bout qui seront disponibles dans le catalogue de services.

Cette étape permet d'aborder les points suivants :

- D'un point de vue technique
 - La définition des besoins de ressources induites (serveurs, stockage, sécurité, logiciels, ...)
 - La définition des priorités des services (cloisonnement, API, compatibilité, ...)
- D'un point de vue organisationnel
 - L'évolution des métiers
 - L'accompagnement des collaborateurs
- D'un point de vue de l'utilisateur
 - Le catalogue de service
 - Le modèle financier

Cette phase est la plus importante pour aller au bout de la démarche et conditionne le bon déroulement du projet.

La seconde étape est l'adaptation de la stratégie et la définition claire et précise des nouvelles priorités.

Une infrastructure Cloud ne se pilote pas comme une infrastructure classique. La logique de métier en « silo », (stockage, réseau, ...) laisse la place à une logique de services, avec des fonctions de pilotage transverses sur l'infrastructure. Les collaborateurs des différentes directions informatiques doivent se réorienter vers des tâches plus métier, et ont un rôle de charnière plus prononcé entre les études et les services, ce qui change de manière importante leur périmètre actuel. Dans un premier temps, les différents collaborateurs auront plus un rôle de validation et recette des services mis à disposition en attendant que les transferts de compétences soient effectifs. Il est rare que toutes les compétences nécessaires se trouvent en interne pour la mise en place du Cloud, d'où la nécessité fréquente de faire appel à des prestataires externes. Ces prestataires seront en mesure d'accompagner sur les aspects techniques, processus, mais également dans la conduite au changement, essentielle pour la réussite. Il se peut que certaines organisations préfèrent s'en remettre totalement à un prestataire externe, afin de se décharger totalement des problématiques liées à cette mise en place.

En résumé, l'anticipation des changements est la clef de voute d'un projet Cloud. En complément des contraintes habituelles il faut intégrer la dimension humaine. Il faut identifier et définir les nouveaux rôles, définir le plan de formation des collaborateurs et accompagner le changement progressivement mais efficacement. Dans le cas d'une prestation externe, il est impératif d'être vigilant sur la disponibilité des ressources compétentes du prestataire. Il faudra veiller à la signature d'un contrat de service et vérifier les engagements associés de manière à avoir la garantie de piloter son nuage.

La troisième étape est la définition des responsabilités des fournisseurs de services.

Chaque service défini dans le catalogue doit faire l'objet d'un SLA « Service Level Agreement » qu'il conviendra de définir à ce moment-là. Les SLA pourront être ajustés par la suite si besoin, mais il est important de les définir dès le départ. Si possible, on veillera à ce que les SLA soit représentatifs de la perception de l'utilisateur final (EUE : End User Expérience) et pas uniquement basés sur des métriques « IT ». Il est obligatoire de suivre des SLA. Les membres des équipes engagées doivent être impliqués dans la réussite du service Cloud et sensibilisés aux enjeux métiers qui en découlent. Une phase de "formation" (technique et métier) doit précéder leur prise de fonction.



V. Conclusion

Face au phénomène médiatique que représente le Cloud Computing actuellement, nous avons ici effectué une définition pragmatique de cette technologie à partir de la littérature d'experts en systèmes d'information et en Cloud. Cette technologie en plein essor permet aux entreprises de disposer d'infrastructures et de progiciels directement en ligne sur Internet. On a distingué les différents types de Cloud possibles avec l'IaaS pour les infrastructures techniques, le PaaS pour les infrastructures habillées avec des outils de middleware comme les bases de données par exemple et le SaaS pour les services logiciels. Ces trois types peuvent se déployer sous quatre formes de topologies différentes : le Cloud public pour du déporté en ligne, le Cloud privé pour l'utilisation des concepts du Cloud en interne à l'organisation, le Cloud hybride pour l'utilisation commune du public et du privé et enfin le mode communautaire pour des entreprises géographiquement proches ou à intérêts communs.

Les possibilités de ce concept complètement novateur dans ses approches technologiques et fonctionnelles sont importantes pour les entreprises et on comprend l'intérêt des DSI face au concept. On pense tout d'abord à la réduction des coûts que doit permettre le Cloud, les services sont effectivement facturés en fonction de leur utilisation et les ressources utilisées évoluent en fonction des besoins parfois automatiquement. Cela peut éviter d'investir lourdement dans des infrastructures, le TCO de l'entreprise baisse ainsi de façon considérable, il n'y a plus de serveurs sous utilisés. Le Cloud peut se révéler pratique pour lancer un nouveau service sans l'investissement habituel, de même pour les utilisateurs métiers des organisations, un terminal et un accès réseau suffisent pour profiter de l'accès aux progiciels du nuage. Autre avantage, si les data center des fournisseurs du Cloud public sont des consommateurs importants en énergie, cette mutualisation des ressources du Cloud permet en fait d'adopter un comportement écologique.

Si la flexibilité et l'économie de ressources affichées constituent des points positifs, le Cloud Computing génère quelques craintes au sein des DSI et des instances dirigeantes car le concept dans le monde professionnel, notamment en mode public, en encore jeune et des questions se posent concernant les aspects juridiques et sécuritaires. La confidentialité des données est un frein et déporter ses données stratégiques vers le nuage semble risqué. La disponibilité n'est pas non plus garantie complètement car le Cloud n'est pas à l'abri de tout péril. C'est pour cela que les entreprises adopteront plutôt un mode de Cloud hybride en déportant les données non stratégiques et l'utilisation de services pour l'informatique de commodité sur le Cloud public, le Cloud privé étant davantage réservé pour les applicatifs spécifiques et cœur de métier où l'on conservera également les données clés.

Autre point critique, côté humain, les impacts ne sont pas neutres. C'est d'ailleurs la problématique de ce mémoire, puisque nous souhaitons vérifier si la technologie Cloud Computing impacterait les équipes informatiques des systèmes d'information. Après être revenu sur la définition du système d'information et le rôle des équipes en son sein nous constatons que le Cloud par ses aspects doit modifier automatiquement l'organisation en place dans les équipes informatiques. Cela se limite toutefois au Cloud public. Le Cloud privé, restant interne à l'entreprise, s'il profite des progrès apportés par le Cloud ne perturbe que très peu le fonctionnement des équipes en place.

Si on revient au Cloud public, l'impact ne modifie pas le rôle majeur des DSI dans le pilotage et la gestion du système d'information. Bien au contraire, avec cette technologie et cette externalisation des données et des services, les compétences managériales et les visions transversales des équipes sont primordiales, de nouveaux besoins de compétences voient même le jour pour faire face aux particularités des projets de type Cloud et les métiers proches des utilisateurs et du cœur de métier de leur entreprise se renforcent naturellement. Il apparaît toutefois que si certaines compétences demeurent vitales et confirment leurs positionnements et que d'autres se créent, c'est l'inverse pour certains métiers qui voient leurs compétences disponibles en ligne, plus particulièrement pour les équipes systèmes et réseaux et les développeurs.

Les études menées par le CIGREF en 2011 pour définir la nouvelle nomenclature en ressources humaines des métiers informatiques vont dans ce sens. Les différentes enquêtes auprès de professionnels ont également fait ressortir ces points de vigilance auxquels doivent prêter attention les directeurs des systèmes d'information. Le Cloud public redessine un nouveau département en système d'information, les



collaborateurs dont les compétences spécifiques sont moins pertinentes doivent être accompagnés par les DSI qui doivent mener une vraie conduite de changement, en formant éventuellement sur les nouvelles compétences à acquérir. Cette nouvelle donne du Cloud permet une ouverture facilitée au cœur de métier de l'entreprise, des reconversions sont donc possibles. La présence des ressources au sein des organisations leur a permis d'appréhender le métier central de leur entreprise et si leur métier évolue, c'est pour un rapprochement des utilisateurs.

Le Cloud est avant tout le changement organisationnel mettant en œuvre l'automatisation et par la force des choses, supprime et/ou optimise l'intervention humaine. La logique de l'automatisation impose de repenser complètement chaque aspect des processus et des opérations IT, ce qui représente un changement plus profond que ne le laissaient supposer les premières discussions sur ce sujet.

Ceux qui sont conscients de ces différents changements et qui prennent la bonne trajectoire seront à l'aise dans leur nuage.



VI. Glossaire

Acronyme	Définition
AWS	Amazon Web Services
Backups	Sauvegarde des données
CIGREF	Club informatique des grandes entreprises françaises
DRAAS	Disaster Recovery as A Service
DSI	Direction des Systèmes information
HIPAA	Health Insurance Portability and Accountability Act
IAAS	Infrastructure as a Service
IT	Information Technology
load balancers	Système de répartition des charges
NAS	Network Attached Storage
OTP	One-Time Password
PAAS	Platform as A Service
PCA	Plan de Continuité d'Activités
PME	Petite et moyenne entreprise
PRA	Plan de Reprise d'Activités
RAID	Redundant Array of Independent Disks
ROI	Return of Investment
RSSI	Responsable de la sécurité des systèmes d'information
SAAS	Software As A Service
SLA	Service Level Agreement
STaaS	Storage as a Service
TCO	Total Cost of Ownership
UC	Unified Communication
UCaaS	Unified Communications as a Service
VDC	Virtual Data Center



VII. Bibliographie

1. **Usine nouvelle.** [En ligne] <http://www.usinenouvelle.com/article/petite-histoire-du-cloud-computing.N173570>.
2. **Iramari.** [En ligne] <http://www.iramari.com/services/laaS>.
3. **Interoute.** [En ligne] <http://www.interoute.fr/what-iaas>.
4. **Amazon.** aws.amazon.com. [En ligne] <https://aws.amazon.com/fr/>.
5. **Microsoft.** Introduction au PaaS. azure.microsoft.com. [En ligne] <https://azure.microsoft.com/fr-fr/overview/what-is-paas/>.
6. **developpez.com.** [En ligne] 9 Novembre 2015. <http://bluemix.developpez.com/articles/idee-a-application-platform-as-a-service>.
7. **Google Cloud Platform.** [En ligne] <https://cloud.google.com/appengine/docs/about-the-standard-environment>.
8. Miller, Lawrence C. *Public PaaS for dummies*. [Document PDF]
9. Tonga, Jade. Le cloud communautaire. [En ligne] <https://blog.outscale.com/fr/le-cloud-communautaire-nouveau-modele-en-vogue>.
10. Sanders, James. Qu'est-ce que le cloud hybride ? [En ligne] <http://www.zdnet.fr/actualites/qu-est-ce-que-le-cloud-hybride-pourquoi-est-il-important-39809121.htm>.
11. ATN Groupe. *EuroCloud IaaS PaaS*. [Document PDF] 2011.
12. CNIL. loi 78 17 du 6 janvier 1978. cnil.fr. [En ligne] 2016. <https://www.cnil.fr/fr/loi-78-17-du-6-janvier-1978-modifiee>.
13. Guy, Eli the Computer. *SaaS Introduction*.
14. Arnando Fox, UC Berkeley. inst.eecs.berkeley.edu. [En ligne] <https://inst.eecs.berkeley.edu/~cs10/sp12/lec/24/2012-04-23-CS10-L24-AF-Cloud-Computing.pdf>.
15. Nebra, Mathieu. Qu'est-ce que Google App Engine. openclassrooms.com. [En ligne] 2015. <https://openclassrooms.com/courses/montez-votre-site-dans-le-cloud-avec-google-app-engine/qu-est-ce-que-google-app-engine>.
16. Google. cloud.google.com. [En ligne] 2016. <https://cloud.google.com/appengine/docs/about-the-standard-environment>.
17. informationweek.com. [En ligne] 2015. <http://www.informationweek.com/cloud/software-as-a-service/65--say-cloud-as-secure-as-on-premises/d/d-id/1324032>.
18. Fléchaux, Reynald. silicon.fr. [En ligne] 31 Mars 2015. <http://www.silicon.fr/cloud-dsi-plaignent-couts-caches-112547.html>.
19. Jacquier, Antoine. eurocloud.com. [En ligne] 2015. <http://www.eurocloud.fr/focus-sur-les-tarifations-des-offres-de-conseil-cloud/>.
20. blog.outscale.com. [En ligne] 2015. <https://blog.outscale.com/fr/le-cloud-communautaire-nouveau-modele-en-vogue>.
21. Jaegher, Thibaut De. Petite histoire du cloud computing. usinenouvelle.com. [En ligne] 28 Avril 2012. <http://www.usinenouvelle.com/article/petite-histoire-du-cloud-computing.N173570>.
22. Cloudscreeener. cloudscreeener.com. [En ligne] <http://www.cloudscreeener.com/en/>.
23. OVH. ovh.com. [En ligne] <https://www.ovh.com/fr/cloud/storage/object-storage.xml>.
24. EvolveIP. *Adoption of Cloud Services in North America*. 2014.