

LIVRE BLANC

LES NOUVELLES DIMENSIONS DU MULTICLOUD : DÉCRYPTER LES TENDANCES POUR MIEUX STRUCTURER SA STRATÉGIE



Sommaire

Le multicloud : une mise en contexte	4
Les nouvelles dimensions du multicloud	10
Le multicloud : qui et comment ?	15
Une approche éco-responsable ?	18
Structurer une stratégie multicloud	22
Le cadre d'analyse et exemples de scénarios	25
Glossaire	28
Le groupe E'nergys & son Pôle Numérique	30

Date de publication : juillet 2020
© E'nergys - tous droits de reproduction réservés

Coordinateur : Jérôme FREYERMUTH
Rédacteurs: Jérôme FREYERMUTH, Romain CARPINI

Remerciements :

Ce livre blanc est un travail collectif issu de nombreux échanges. Nous remercions toutes les personnes ayant contribué à nourrir et enrichir son contenu, en particulier : les experts cloud d'Agora Calycé, Vincent BRUNETTA et Jean-Paul MAUCHARD.

Préface

Nous sommes toutes et tous utilisateurs et consommateurs au quotidien de services hébergés sur le cloud. Notre boîte mail, un logiciel de gestion commerciale, une montre connectée, un streaming, un espace de partage de documents professionnels ou de photos avec ses proches. Cela nous semble tellement normal ; d'autant que les solutions proposées sur ce marché sont nombreuses et leur marketing puissant, parfois trop ?

Aussi il est rare aujourd'hui qu'une Direction Informatique ne gère pas, ou ne prévoit pas de gérer, un moment ou un autre, des ressources dans le cloud. Mais parler « du cloud » comme une entité unique et homogène cache néanmoins une réalité sous-jacente complexe et plurielle. Le cloud s'est en effet développé au sein des organisations par des migrations successives vers différents services SaaS, IaaS ou PaaS. Cela a abouti, sans planification particulière, à des environnements mêlant plusieurs fournisseurs cloud et que l'on nomme aujourd'hui le multcloud.

Si l'on tente de décrire plus précisément cette réalité, on constate qu'elle prend forme dans un mélange paradoxal de maturité et de nouveaux paradigmes techniques. Maturité car les organisations traitent désormais au quotidien avec des services cloud, nouveaux paradigmes techniques car la manière d'aborder une application cloud est profondément en train de changer. Ce mélange donne lieu à un multcloud riche de nouvelles possibilités mais dont l'approche va au-delà d'une simple migration : il s'agit de structurer une stratégie cohérente sur l'ensemble du système d'information pour en extraire toute sa valeur.

C'est ainsi que ce livre blanc est né, avec la conviction que le multcloud sera au centre des enjeux à venir. Il est né également d'une constatation : le multcloud est difficile à saisir et pour bien penser sa stratégie, il est indispensable d'en comprendre les rouages. Nous avons ainsi la volonté de proposer une vulgarisation accessible au plus grand nombre et un guide pratique pour aider les décideurs dans leurs choix.

L'écriture de ce livre blanc s'est faite en partie durant le confinement lié à la COVID19, avec tout ce qu'un tel contexte peut impliquer en termes de difficulté, d'incertitude et d'adaptation. Force est de constater néanmoins que le cloud a été un élément central de ce confinement. Le télétravail, l'e-commerce, les cours à distance, les réseaux sociaux, les usines connectées, sont autant d'aspects du cloud qui ont permis de maintenir un minimum de liens au sein de notre société.

La question maintenant est de savoir comment le cloud va continuer à évoluer alors que cet épisode nous a rappelé que le risque épidémique n'a jamais disparu. Si les incertitudes sont encore trop grandes pour se prononcer sur un quelconque scénario, nul doute que l'adaptation sera primordiale et cela passera par l'innovation. Nous pouvons par exemple citer des axes à fort enjeu comme l'automatisation et la robotisation des activités exposées à un risque élevé de contamination. Plus généralement, les nouvelles formes de travail, de relations, d'organisation des activités, pourront, comme nous avons commencé à le voir, trouver une nouvelle forme de résilience dans le cloud.



Éric LONCHAMPT
Directeur Pôle Numérique E'nergys
Directeur Délégué Agora Calycé

Le multicloud : une mise en contexte

Les architectures multicloud sont désormais en plein cœur des questionnements et des stratégies IT. Présentant de nombreux atouts, ce modèle de déploiement séduit malgré les défis auxquels il doit se confronter.

Le cloud moderne

Depuis une dizaine d'années, le *cloud computing* s'est continuellement transformé, suivant à la fois les évolutions techniques et les usages croissants des entreprises. Les offres sont aujourd'hui nombreuses et les besoins toujours plus étendus. Il en ressort un paysage devenu complexe, pas toujours facile à appréhender.

Cette complexité s'accompagne en outre de notions dont les contours sont parfois flous ou mal définis, de pratiques nouvelles non stabilisées et de concepts techniques en évolution. Décrire la réalité du cloud en 2020 n'est ainsi pas une tâche aisée.

Le cloud hybride et le multicloud font partis de ces notions difficiles à appréhender et souvent confondues. Alors que le cloud hybride concerne l'hybridation d'une infrastructure *on-premises*¹ avec une infrastructure cloud, le multicloud est à la fois plus large et moins restrictif, impliquant l'usage de plusieurs clouds différents mais sans forcément avoir recours à une infrastructure *on-premises*. La frontière peut ainsi paraître mince mais il est essentiel de les distinguer pour comprendre le cloud moderne et le fondement des stratégies présentes et à venir.

Un intérêt accru

La popularité du cloud ainsi que les différentes formes de cloud disponibles ont favorisé l'émergence d'architectures plus complexes avec un véritable intérêt porté par les entreprises pour les architectures multicloud.

En 2018, près de 42% des entreprises utilisaient une stratégie multicloud dans leur environnement IT². En 2019, une étude Nutanix³ (un éditeur de logiciel cloud américain) portant sur 2650 décideurs IT à travers le monde, montrait que pas moins de **85% des répondants considéraient le cloud hybride comme le modèle idéal pour leur infrastructure informatique** et 49% estimaient que ce modèle répondrait à tous leurs besoins.

De plus, parmi les entreprises ayant déjà une stratégie hybride, 87% des répondants estiment que ce modèle a un impact positif sur leur entreprise. De manière plus générale, les entreprises désireraient en moyenne augmenter leur utilisation de cloud hybride d'environ 39% d'ici 2025.

Enfin, dans son « *State of the Cloud Report* »⁴ de 2019, l'entreprise Flexera a interrogé près de 800 professionnels IT sur leur adoption du cloud. Cette étude a mis en avant que 84% des entreprises interrogées utilisaient une forme de multicloud avec 28% des répondants priorisant une structure de cloud hybride.

Des avantages propres au multicloud

Pourquoi un tel engouement ? Cela peut être expliqué par différentes caractéristiques propres au multicloud qui trouvent échos chez les utilisateurs.

En premier lieu, nous pouvons citer **la sécurité des données**. En effet, disposer de plusieurs structures cloud différentes permet d'augmenter la protection des données en facilitant la mise en place d'un PRA (Plan de Reprise d'Activité) ou PCA (Plan de Continuité d'Activité) et le transfert des données d'un cloud à l'autre.

Le deuxième grand facteur expliquant l'attrait des stratégies multicloud est la flexibilité. En tirant parti de plusieurs clouds, les entreprises vont pouvoir disposer d'une flexibilité accrue se traduisant notamment sur le plan de la disponibilité et du rapport coût/performance.

Le besoin de disponibilité est un facteur de décision clé dans les choix stratégiques. Pour optimiser leurs opérations, les entreprises ont besoin d'une sécurité d'accès et d'un fonctionnement garanti 24h/24 et 7j/7. Le recours au multicloud permet d'optimiser le niveau de SLA (*Service Level Agreement*) et de minimiser les périodes de pannes tout en ayant le choix du meilleur rapport coût/performance.

Enfin, notons que la flexibilité peut également se retrouver dans les possibilités accrues de réversibilité en supprimant le *lock-in* autour d'un seul fournisseur cloud. Néanmoins, cet aspect est complexe et non systématique.

¹ Une définition détaillée de ces 2 notions est présentée dans le chapitre suivant.
² IDG : CLOUD Computing Survey, 2018
³ Nutanix : Enterprise Cloud Index, 2019
⁴ Flexera-RightScale : State of the Cloud Report 2019



Une réalité en demi-teinte

Bien que les attentes autour du multicloud semblent prometteuses, elles se confrontent malheureusement à une réalité faite de nombreux obstacles.

En France notamment, l'adoption du multicloud est loin d'être démocratisée. Aujourd'hui encore, **plus de deux tiers des ressources informatiques des entreprises françaises sont hébergées sur des centres de données traditionnels** dits « *on-premises* ».

Au niveau mondial, ce décalage entre attentes et réalité se fait également ressentir. Dans son étude, Nutanix montre une baisse de 5,4% de l'usage réel du cloud hybride entre 2018 et 2019 alors qu'au même moment l'utilisation des centres de données traditionnels gagnait du terrain, contrairement aux prédictions de baisse annoncées.

De même, malgré le nombre important d'entreprises considérant le cloud hybride comme le modèle opérationnel idéal, l'engouement autour de ce modèle a connu une baisse de 6% entre 2018 et 2019.

Les raisons du décalage

Pourquoi un tel décalage entre attentes et réalité ? Cette constatation d'une diffusion en demi-teinte peut s'expliquer par deux phénomènes : **un problème de compétence et un problème d'offre.**

En effet, pour la moitié des entreprises, la difficulté à trouver des experts dans le domaine du multicloud représente le principal frein à l'adoption de ces modèles. En France, il existe de plus un certain manque de culture numérique qui freine davantage les entreprises à s'aventurer dans des nouveaux modèles de déploiement.

Le manque d'offres adéquates pour construire et gérer un environnement multicloud est également une raison expliquant le décalage entre attentes et réalité. En effet, bien qu'un grand nombre de responsables IT considère le cloud hybride comme bénéfique, plus de deux tiers d'entre eux n'ont pas franchi le pas par manque d'une offre adaptée de la part de leurs fournisseurs.

Vers une stratégie multicloud

Nous l'avons vu, le multicloud connaît un vrai regain d'intérêt mais en même temps se heurte à un manque de compétences et d'offres.

L'objectif de ce livre blanc est de décrypter cette tendance pour mieux structurer sa stratégie. C'est par une réflexion globale, sur l'ensemble du système d'information, qu'une stratégie multicloud doit être pensée. Un empilement de clouds sans planification court le risque d'une croissance exponentielle de la complexité, d'une dérive des coûts et d'une baisse de la performance.

Pour mener à bien cette réflexion, il est néanmoins nécessaire d'avoir une bonne compréhension des enjeux sous-jacents et de disposer d'une grille de lecture adéquate. C'est ce que nous proposons dans les chapitres suivants.

À retenir

Le multicloud connaît un engouement accru.
La **sécurité** et la **flexibilité** sont les principaux critères d'adoption.
Le multicloud est freiné par un **manque d'offres et de compétences.**

Les fondements du multicloud

Au fil des années, l'usage du cloud est devenu de plus en plus étendu et hétérogène.
Les fournisseurs cloud ont ainsi diversifié leurs offres, proposant aujourd'hui à la fois différents modèles de déploiement et différents types de services. C'est cette diversité qui forme la base des approches multicloud.

Un peu d'histoire

La première utilisation et définition académique du terme « *cloud computing* » est créditée à Ramnath K. Chellappa, lors de sa présentation « *Intermediaries in Cloud-Computing* » en 1997.

Le professeur Chellappa a défini le *cloud computing* comme étant un « *paradigme informatique dans lequel les limites de l'informatique seront déterminées par la logique économique plutôt que par les seules limites techniques* ». Sa vision du cloud était ainsi économique bien plus que technique.

Cet aspect économique est en réalité attaché à l'informatique depuis ses débuts. Dès les années 60, le concept de *timesharing* est inventé afin de permettre à plusieurs utilisateurs de partager les ressources informatiques d'un même ordinateur⁵. Ancêtre des fournisseurs cloud, les « *service bureaus* » étaient des entreprises spécialisées dans la fourniture de services de *timesharing*.

Le *cloud computing* moderne n'est pas fondamentalement différent des services de *timesharing*. Sa forme moderne repose sur une exploitation poussée et massive de ce concept grâce à la convergence de trois grands piliers techniques.

Les 3 piliers fondateurs

Le premier pilier du cloud moderne est le développement de l'**internet haut débit**. Le cloud repose en effet sur la possibilité d'échanger un grand volume d'informations rapidement. Sans réseau haut débit, le développement actuel n'aurait pas pu avoir lieu.

Le deuxième pilier est l'apparition des **architectures n-tiers**, dans lesquelles la logique applicative est exécutée par des composants logiciels séparés, associée à l'invention d'un client universel, le navigateur web.

Enfin, le dernier pilier est le développement des infrastructures virtuelles grâce à l'avènement de la virtualisation et des **machines virtuelles** (VM). La VM simule la présence de ressources matérielles et logicielles permettant d'exécuter des programmes dans les mêmes conditions que celles de la machine simulée. Cela permet ainsi le partage de ressources physiques entre plusieurs VM installées sur la même plateforme physique.

Le modèle cloud computing

La convergence de ces facteurs constitue les caractéristiques propres au fonctionnement du cloud :

- La **mutualisation**, qui permet via la virtualisation de partager des ressources entre plusieurs utilisateurs et ainsi optimiser l'usage des ressources physiques ;
- La **centralisation**, qui rassemble les ressources nécessaires aux traitements dans des *datacenters* ;
- Un **business model basé sur l'abonnement**, qui a donné naissance aux modèles « *as a service* » pour lesquels les utilisateurs souscrivent un abonnement à l'usage plutôt que d'investir dans du matériel physique et des licences perpétuelles.

Ces principes ont donné naissance à trois grands modèles de déploiement : le cloud public, le cloud privé et le cloud hybride.

⁵ IBM advertised, early 1960s, with a headline: «This man is sharing a \$2 million computer»

Le business model "as a service"

Le *as a service*, qui découle du développement du cloud et de la « servicification » de l'économie, est un *business model* en lien avec les modèles de paiement à l'usage où les services applicatifs et les infrastructures ne sont désormais plus possédés. Ce modèle permet d'offrir la flexibilité nécessaire pour disposer de solutions IT en adéquation avec les besoins des utilisateurs.

La granularité de l'abonnement dépend du niveau de service. Cela peut être à l'usage réel, au mois, voire même à l'année. La facturation à l'usage réel n'est cependant pas toujours possible et la planification des ressources devient alors une tâche importante pour adapter au mieux le besoin en fonction des charges.

Une conséquence de ce modèle est d'avoir transformé le modèle financier de l'IT, passant d'un modèle basé sur des investissements (CAPEX) vers un modèle basé sur des dépenses d'exploitation (OPEX).



Le cloud public

Le **cloud public** est le modèle fondateur du cloud et cherche à exploiter au maximum la mutualisation des ressources.

En effet, dans ce modèle, les ressources sont partagées par de multiples entités au sein d'environnements virtualisés. Autrement dit, le fournisseur cloud met à disposition un *pool* de ressources publiquement accessible.

Ces ressources, étant accessibles grâce à une connexion Internet, se retrouvent de fait toujours situées hors-site, dans les centres de données du fournisseur.

Le cloud privé

Le **cloud privé**, au contraire, est généralement défini comme un modèle où les infrastructures sont dédiées à une entreprise. Un cloud privé est ainsi proche d'une infrastructure *on-premises*, sauf que celui-ci n'est pas localisé sur le site de l'entreprise et qu'il peut profiter des avantages matériels et logiciels d'un fournisseur. De même, il n'y a pas forcément qu'une seule entreprise qui peut accéder au cloud privé.

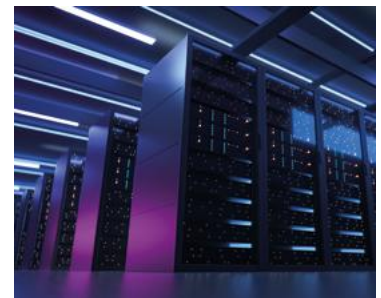
Le point clé est l'affectation de ressources dédiées et la limitation d'accès à ces ressources à un nombre d'utilisateurs limité et connu. Un cloud privé peut ainsi être hébergé chez un fournisseur, voire même géré par ce dernier (maintenance matérielle, mise à jour logicielle, etc.).

Notons enfin la possibilité d'avoir recours à un cloud privé virtuel (VPC pour « *Virtual Private Cloud* »). Dans ce cas, le fournisseur crée un réseau privé au sein de son cloud public afin d'isoler les ressources qui seront dédiées au VPC.



Le datacenter, première frontière du multicloud

Si la notion de cloud peut paraître abstraite et floue, une réalité bien physique la constitue, celle du datacenter. Un datacenter est délimité géographiquement, dispose de son propre matériel, de ses propres logiciels et de son propre réseau. Si la virtualisation permet de découpler le logiciel du matériel, cette réalité physique reste primordiale et constitue la première frontière physique du multicloud.



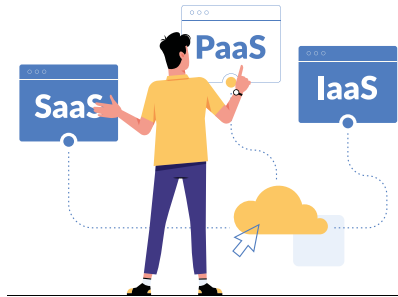


Le meilleur des deux mondes ?

Le cloud privé (ou l'infrastructure *on-premises*) et le cloud public souffrent tous deux d'inconvénients propres à leur conception. L'idée a donc été de réunir ces deux modèles afin de profiter du meilleur des deux mondes. Le concept d'hybridation des clouds est ainsi né avec comme objectif de fournir un environnement homogène entre le cloud privé (ou l'infrastructure *on-premises*) et le cloud public.

Le concept de cloud hybride existe depuis plusieurs années mais au départ, sa mise en place a connu plus d'échecs que de succès. En effet, l'accès aux différents clouds se faisait par des API⁶ propres à chaque cloud, il fallait suivre les mises à jour des clouds publics pour garantir le maintien en condition opérationnelle et la sécurisation des flux se révélait très onéreuse à l'usage.

Aujourd'hui le cloud hybride profite du renouveau insufflé par la maturité des technologies de virtualisation, la démocratisation des containers⁷ et les architectures applicatives distribuées basées sur des API et des microservices.



IaaS, PaaS et SaaS

Les modèles de déploiement nous indiquent où et comment les ressources sont mises à disposition mais pas ce que l'on peut en faire.

Comme nous l'avons expliqué précédemment, le cloud fonctionne sous un mode *as a service*. Nous retrouvons ainsi une segmentation des principales briques technologiques par couche, selon ce que gère le fournisseur. Le tableau 1 présente cette division.

Le point à retenir est que le fournisseur cloud prendra en charge de plus en plus d'éléments de l'architecture au fur et à mesure que l'on monte vers la couche applicative (SaaS). Notons également que chaque offre s'adresse à un public différent, bien que récemment l'approche DevOps tend à en bouger les frontières.

Le cas de l'internet des objets (IoT)

L'internet des objets (IoT) repose sur la possibilité, via des protocoles de communication adaptés, de connecter des objets à internet afin de les rendre communicants. L'une des caractéristiques essentielles de l'internet des objets est de permettre la transmission d'un grand nombre de données en continue et si besoin en temps réel. Il est ainsi nécessaire de disposer de bons services pour collecter, stocker et gérer ces données. Les plateformes IoT ont vu le jour pour répondre à ses enjeux en proposant des services adaptés : gestion des flux de données, sécurité et confidentialité des données, cybersécurité, compatibilité avec les protocoles de communication IoT et les passerelles locales, interopérabilité avec des services tiers, développement d'applications, archivage, etc.

Agora Calycé propose une plateforme IoT ouverte et interopérable permettant de collecter, stocker et gérer les données issues d'objets connectés. Grâce à des services avancés comme la gestion des séries temporelles et un moteur de règles, la plateforme peut s'adapter à une grande variété de projets. De plus, évoluant au sein du pôle numérique E'nergys, Agora Calycé peut proposer une chaîne de valeur IoT complète : définition des cas d'usages et des modèles économiques, design et réalisation des capteurs, solutions de communication et gestion de collecte de la data, plateforme IoT, développement applicatif, gestion de la data et intelligence artificielle et déploiement et maintenance des solutions.

SaaS (Software as a Service)	Le <i>Software as a Service</i> (SaaS) est la version la plus poussée de l'externalisation de système d'information. Avec un service en SaaS, les utilisateurs louent l'utilisation d'une application ainsi que toute la structure sous-jacente qui inclue le middleware, les logiciels et les données des applications. Tous ces éléments se trouvent donc dans le centre de données des fournisseurs. L'application louée est maintenue en condition opérationnelle par le fournisseur et peut être utilisée en tout lieu grâce une connexion internet.	Utilisateurs	Application Données
PaaS (Platform as a Service)	Le <i>Platform as a Service</i> (PaaS) est une forme de service cloud computing plus poussée que l'IaaS. Le PaaS consiste à sous-traiter l'infrastructure matérielle comme c'est le cas avec l'IaaS mais également les applications middleware comme les systèmes d'exploitation, les systèmes de gestion de bases de données ou les serveurs web. Autrement dit, et de manière très simplifiée, nous pourrions dire que le PaaS fourni un environnement complet pour les développeurs.	Développeurs	Runtime Middleware Système d'exploitation
IaaS (Infrastructure as a Service)	L' <i>Infrastructure as a Service</i> (IaaS) est un service pour lequel un fournisseur loue sa propre infrastructure informatique pour la mettre à disposition des clients grâce à une connexion internet. L'IaaS permet à l'utilisateur de déléguer au fournisseur l'installation et le maintien d'une infrastructure virtualisée (CPU, mémoire, disque). Avec un modèle IaaS, les utilisateurs se doivent d'assurer la gestion de l'OS, des serveurs et des logiciels et leur paramétrage.	Administrateurs systèmes	Virtualisation Serveurs physiques Stockage Réseau

Tableau 1: Les modèles «as a service»

6 Cf. Glossaire
7 Cf. Glossaire

Définir le multicloud

Contrairement aux modèles de déploiement vus précédemment, le multicloud n'est pas défini par le *National Institute of Standards and Technology* (NIST). Autrement dit, il n'existe pas de définition standard, d'autant plus que le multicloud connaît actuellement de nouvelles dimensions. Il est néanmoins possible de définir des grands principes, notamment en comparaison du cloud hybride.

Premièrement, il se base sur l'usage de plusieurs clouds publics et/ou privés. Par conséquent, le cloud hybride peut être vu comme un sous-ensemble du multicloud.

Deuxièmement, si le cloud hybride repose obligatoirement sur une alliance entre cloud public et cloud privé (ou infrastructure *on-premises*), le multicloud va plus loin en prenant en compte un mix de clouds publics, un mix de clouds privés ou un mix combinant à la fois clouds publics et clouds privés.

Troisièmement, le point d'entrée du multicloud peut être l'IaaS, le PaaS ou le SaaS alors que le cloud hybride est généralement déployé au niveau du IaaS.

Enfin, une dernière différence majeure se trouve au niveau des interactions entre clouds. Alors que le cloud hybride fusionne les infrastructures, le multicloud peut avoir différents niveaux d'interaction, depuis des clouds en silo jusqu'à une intégration complète de plusieurs clouds.

Le multicloud est donc une architecture mixte combinant plusieurs clouds mais qui englobe des structures plus larges et variées que le cloud hybride.

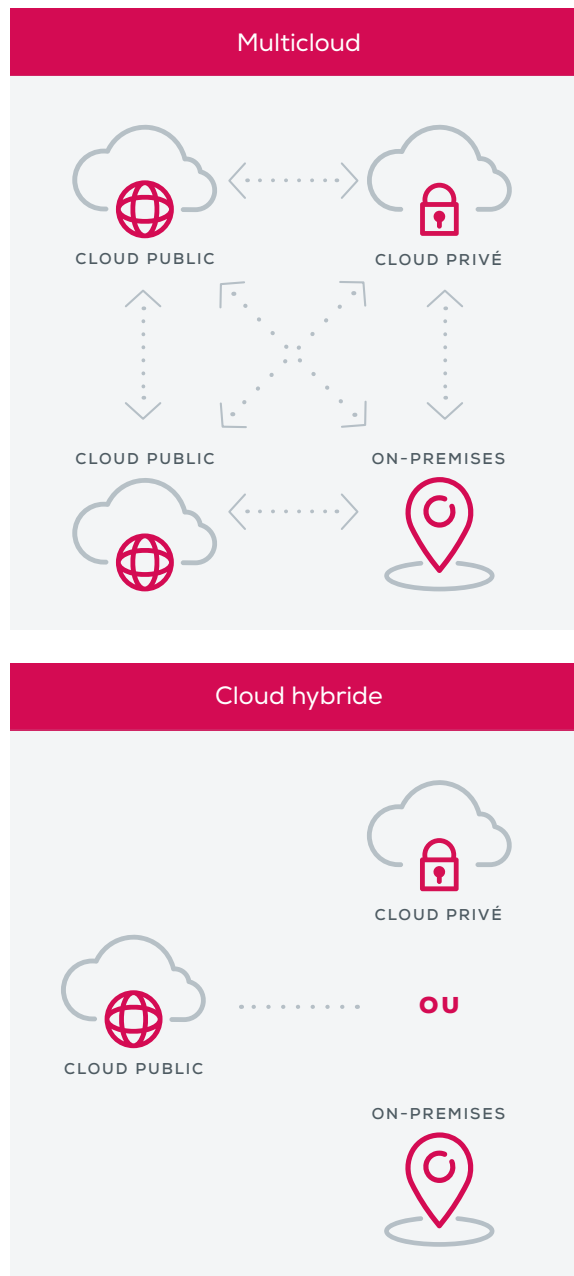


Figure 1: Multicloud vs Cloud Hybride

À retenir

Le cloud repose sur 3 modèles de déploiement.
Les principaux services cloud sont le SaaS, le PaaS et l'IaaS.
Le multicloud combine l'usage de plusieurs clouds.

Les nouvelles dimensions du multcloud

Le multcloud n'est pas un concept nouveau. Il est présent dans les discussions depuis aussi longtemps que le cloud hybride. Cependant, depuis peu, nous assistons à un regain d'intérêt pour cette stratégie. Comment expliquer ce renouveau du multcloud ?

La multiplication des clouds

La croissance et l'adoption du cloud ont été marquées d'une part par un marché extrêmement prolifique en termes de nouvelles offres et d'autre part par des entreprises avec des besoins de plus en plus variés.

Dans un premier temps, c'est le SaaS qui a connu une importante démocratisation, via des outils métiers comme le CRM ou des outils collaboratifs comme la messagerie. Aujourd'hui encore, le SaaS génère, et de loin, la plus grande part des revenus du cloud.

Néanmoins, depuis quelques années, c'est l'IaaS, suivi du PaaS, qui portent la plus forte croissance des services clouds. En parallèle, les plateformes IoT gagnent de plus en plus de terrain en s'étendant sur de nombreux secteurs. Ce nouveau panorama a amené les entreprises, sans planification particulière, à utiliser plusieurs clouds différents.

Bien que cet usage se soit davantage développé en silo, les fondations d'un nouvel écosystème étaient posées.

Le renouveau du multcloud

Les premiers projets cloud hybrides au début des années 2010 se sont vite confrontés à des problèmes techniques et de maturité des entreprises. Des plateformes trop hétérogènes, un maintien en condition opérationnelle difficile et des compétences insuffisantes ont eu raison de cette première vague.

Au même moment, l'idée du multcloud est venue ouvrir le champ des possibles. Il est possible d'utiliser plusieurs clouds publics et/ou privés sans forcément fusionner des environnements. Le niveau d'interaction entre les clouds est alors très faible, voire inexistant.

Après cette première phase, trois nouveaux paradigmes ont bouleversé le monde du développement et du cloud : l'*infrastructure as a code*, la conteneurisation des applications et les architectures applicatives distribuées, basées sur des API ou des microservices.

La plateforme comme point d'entrée

Si l'approche par l'infrastructure est un frein du fait de l'hétérogénéité des environnements, notamment des API, n'est-il pas possible de faire abstraction de cette couche ?

C'est tout l'objet des containers. Le point focal n'est plus la machine virtuelle mais un container applicatif contenant tout ce dont l'application (ou le(s) service(s)) a besoin pour fonctionner. Un container est léger et réactif, car il n'embarque que ce dont il a besoin et il supprime la couche de l'hyperviseur⁸. Surtout, un container est portable. Contrairement à une VM, il se suffit à lui-même et fonctionnera de manière identique quelle que soit la plateforme.

Dans cette perspective, une application devient un ensemble de containers communiquant entre eux via le réseau. Le nombre de containers peut cependant augmenter très vite et cela amène des besoins de gestion et d'orchestration. Ce besoin constitue la base des nouvelles offres PaaS basées notamment sur le couple Docker/Kubernetes.



Kubernetes, un nouveau standard

Kubernetes (K8s) est une plateforme de gestion des containers. Elle permet de configurer, déployer et orchestrer des clusters de containers. K8s est proposé sur les offres PaaS des principaux acteurs du cloud. Par conséquent, les API de K8s se retrouvent de plateforme en plateforme et les containers sont gérés selon les mêmes principes. L'hétérogénéité du IaaS est remplacée par l'homogénéité de K8s et la portabilité des containers, ouvrant la voie à un renouveau du multcloud.

Comme nous le verrons par la suite, tous les problèmes ne sont pas réglés, mais c'est une avancée notable.

⁸ Cf. Glossaire

Multicloud as a code

Lorsque l'on crée une image Docker, elle est construite à l'aide d'un « *Dockerfile* ». C'est un fichier qui décrit et automatise l'ensemble des commandes à réaliser pour la construction de l'image. De la même manière, K8s utilise des fichiers de configuration, sous le format YAML ou JSON, pour paramétrer ses déploiements. Un même fichier reproduira ainsi toujours la même configuration.

Le déploiement de composants d'infrastructure selon une logique de code redescend aujourd'hui jusqu'aux machines virtuelles, au réseau et l'ensemble de l'infrastructure d'un datacenter. C'est ce que l'on nomme l'« *infrastructure as a code* » (IaC).

À la manière du code, la mise à disposition d'éléments d'infrastructure à la demande peut être automatisée, versionnée et testée. Les solutions proposées par l'éditeur VMware par exemple utilisent le concept de « *blueprint* ». Ses partenariats avec les fournisseurs cloud majeurs rend possible, via le même « *blueprint* », de déployer la même infrastructure sur site ou dans n'importe quel cloud public.

Pour aller encore plus loin, des outils comme Terraform fournissent une couche d'abstraction permettant de gérer comme du code l'infrastructure de multiples fournisseurs cloud, y compris des clusters K8s.

Ainsi, en plus des containers, le multicloud trouve un renouveau au niveau IaaS grâce à l'IaC. Containers et IaC sont les deux piliers des infrastructures multicloud modernes.

Centralisation de la gestion

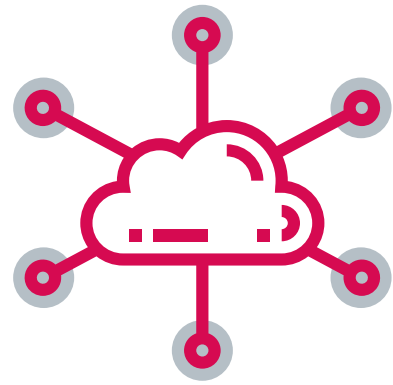
Si les containers et l'IaC permettent de soulager un certain nombre des *pain points* du multicloud, il reste encore des complexités à gérer, que ce soit au niveau IaaS ou PaaS.

Premièrement, chaque cloud dispose de ses propres configurations, implémentations et interfaces. Les plateformes managées, notamment de K8s, viennent ainsi complexifier l'interopérabilité.

De plus gérer de multiples comptes et de multiples interfaces rajoute une couche d'administration chronophage, sans compter la gestion du réseau et de la sécurité qui reste un vrai défi du multicloud. Notons enfin que d'un point de vue plus financier, le suivi des coûts peut également devenir une problématique.

Pour combler une partie de ces problèmes, des « *Cloud Management Platforms* » (CMP) permettent de centraliser la gestion multicloud. Les acteurs du cloud privé sont très bien positionnés (HP, VMware, IBM, etc.) tout comme les *pure players* tels que Scalr (basé sur Terraform) et Flexera (anciennement Rightscale). Des offres SaaS ciblant spécifiquement K8s se développent également. Enfin, le monde de l'open source dispose de nombreux outils mais offre une gestion moins intégrée.

Quelle que soit la solution choisie, il est néanmoins essentiel qu'elle forme un tout cohérent avec la stratégie globale multicloud.



Le multicloud par l'application

Si les évolutions en termes d'IaaS et de PaaS renouvellent le monde du multicloud, un autre point d'entrée existe, celui de l'application. Fort du succès du SaaS, le multicloud se joue en premier lieu par l'usage d'applications hébergées dans différents clouds.

Si l'usage en silo est en soi une forme de multicloud, les proximités sont plus communes qu'il n'y paraît.

Le meilleur exemple de cloud hybride par l'application est sûrement Office 365. Passer du local au cloud est réalisé constamment et sans difficulté.

Les applications SaaS disposent également souvent de connecteurs permettant d'échanger avec d'autres environnements, sur site ou dans le cloud.

L'approche la plus en rupture se trouve néanmoins dans la manière de développer une application. Architecture de microservices, API REST et FaaS sont au cœur d'un nouveau paradigme.



		Point d'entrée		
		SaaS	PaaS	IaaS
Besoins	Sécurité et continuité d'activité	Résilience applicative & sauvegarde multicloud	Résilience par la plateforme	PRA/PCA
	Flexibilité et scalabilité	Faible si solution SaaS propriétaire Application distribuée et choix du type de cloud si solution non propriétaire	Scalabilité horizontale et migration de containers	Scalabilité horizontale/verticale et migration de VM
	Distribution des composants	Cloud en silo et dédié à l'application	Application répartie N-tiers ou microservices	Infrastructure répartie
	Exemple d'unité d'œuvre	Application/fonction	Container	VM, CPU, RAM
		Faible	Moyen	Fort
		Niveau requis d'homogénéité de l'environnement		

Figure 2: Cas d'usage du multicloud selon le point d'entrée et les besoins



L'avènement des microservices

Une architecture basée sur les microservices est formée par un **ensemble de composants faiblement couplés** communiquant grâce à des mécanismes légers comme des API REST. Chaque composant représente un service qui peut être développé, testé, déployé et géré indépendamment des autres.

Les microservices représentent la nouvelle donne du développement applicatif et les containers sont particulièrement bien adaptés à leur déploiement.

Le lien avec le multicloud coule ainsi de source. Chaque microservice peut être développé sur sa propre plateforme, avec ses propres techniques. Néanmoins, la complexité inhérente à la gestion de multiples microservices sur de multiples clouds fait qu'en pratique, le recours au multicloud doit être mûrement réfléchi.



VMware et le cloud hybride chez Agora Calycé

Grâce à l'intégration des composants VMware les plus récents au sein de son infrastructure, Agora Calycé propose une offre cloud hybride autour de la migration de machines virtuelles (VM). En quelques clics, un utilisateur ayant également une infrastructure VMware sur son site (on premises) peut gérer seul et de manière transparente la migration de ses machines virtuelles entre son site et le cloud d'Agora Calycé. Il est également possible de définir facilement un plan de réplication dans le cloud pour mettre en place un PRA.

À titre d'exemple, ce service a été déployé chez Tryba, un fabricant de menuiseries PVC, bois et aluminium appartenant au Groupe Atrya. Tryba dispose d'une plateforme web à destination de ses concessionnaires qui est hébergée sur l'infrastructure on-premises du Groupe Atrya. Dans le cadre d'un projet de renouvellement de leur plateforme, le besoin de Tryba était de pouvoir migrer sur le cloud certains de ses services web. Avec un travail effectif de quelques minutes d'arrêt, le service d'Agora Calycé leur a permis de migrer seul et à leur rythme les services qu'ils souhaitaient.

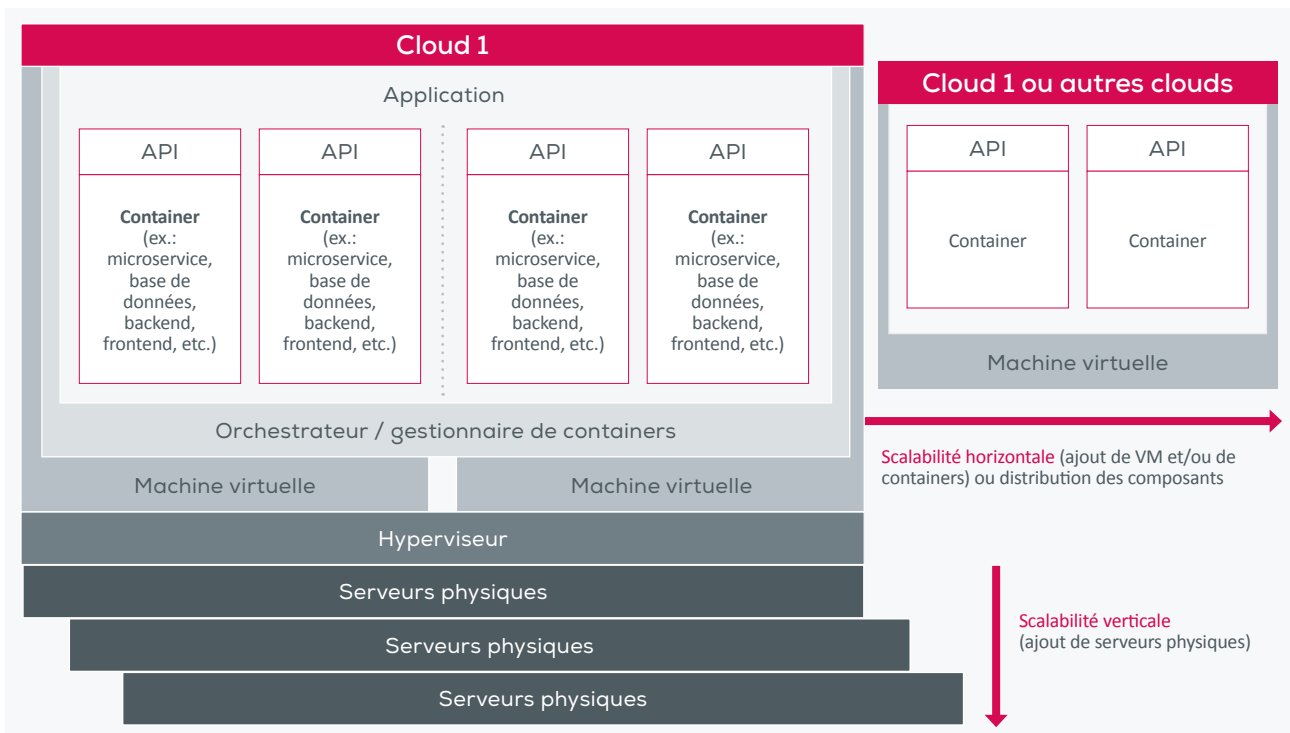


Figure 3: Exemple d'architecture applicative basée sur des containers



Le FaaS, prochaine révolution ?

Comment simplifier davantage l'usage des microservices ? En proposant aux développeurs de ne s'occuper que du code de la fonction qu'ils souhaitent déployer. Cette approche se nomme le « *Function as a Service* » ou FaaS.

Parfois appelé « *serverless* », le FaaS permet aux développeurs de coder une fonction individuelle sans avoir à gérer l'infrastructure, les serveurs, les ressources, la scalabilité et le déploiement. Toute cette gestion est prise en charge par le fournisseur.

La fonction est généralement déclenchée à la suite d'un événement et adapte automatiquement ses besoins en ressources selon la demande. Elle fonctionne uniquement lorsque l'évènement déclencheur intervient, ce qui permet un modèle de facturation réellement à l'usage. Par exemple, avec AWS Lambda, le téléchargement d'une image sur AWS S3 peut déclencher une fonction de redimensionnement de l'image pour s'adapter à un smartphone ou une tablette.

D'un point de vue multicloud, avoir recours au FaaS est bien plus facile que de gérer l'ensemble du microservice. Néanmoins une application composée entièrement avec du FaaS n'est pas réaliste. Une application cloud moderne, que l'on nomme parfois « *cloud-native* » sera composée de microservices, encapsulés dans des containers, parfois totalement gérés par le développeur, parfois en mode FaaS, parfois utilisant des web services mais dans tous les cas, avec une forte chance d'avoir une part de multicloud.

Les dimensions du multicloud

L'approche multicloud connaît aujourd'hui une nouvelle dimension grâce au niveau d'abstraction permis par les containers, de nouvelles méthodes de développements et de gestion d'infrastructure ainsi qu'un usage cloud de plus en plus diversifié par les entreprises, allant du IaaS au SaaS.

La contrepartie est une navigation toujours plus floue entre les différents concepts et services du cloud. Comment penser le multicloud de manière claire et cohérente ?

La première dimension est le continuum qu'il existe dans l'usage. Une diversité de configurations est possible entre un cloud isolé et de multiples clouds privés ou publics en interaction.

La deuxième dimension est celle du point d'entrée : par l'infrastructure, par la plateforme ou par l'application, chacun ayant ses spécificités propres.

La troisième dimension est celle du niveau d'interaction : portabilité de l'application, échange de données, architecture n-tiers ou à base de microservices, exposition de fonctions ou d'API, etc. Selon le niveau d'interaction, les solutions pourront être radicalement différentes.

Toutes ces dimensions vont structurer la stratégie à adopter selon un arbitrage entre les besoins, les coûts et les risques.

À retenir

Les containers sont un **nouveau point d'entrée** du multicloud.
Le multicloud peut être au niveau **IaaS, PaaS ou SaaS**.
Les **microservices** amènent une nouvelle dimension au multicloud.



Entretien réalisé le 06/04/2020 avec Vincent Brunetta,
Chief Digital Officer Socomec/Energys

Le multicloud est une stratégie qui fait de plus en plus parler d'elle à travers le monde. Comment percevez-vous l'émergence de ces architectures multicloud ?



Le multicloud permet de réconcilier les avantages de différents types de clouds, d'en tirer le meilleur et de les cumuler. Cela veut dire que lorsque l'on fait du multicloud, nous avons la capacité de bénéficier des intérêts des différents clouds que ce soit du cloud public, du cloud privé ou autre. Le multicloud permet d'avoir plus de capacités à trouver des réponses à ses besoins. Il n'y a pas de solution ou d'architecture cloud « magique », chaque type de cloud possède ses avantages et ses inconvénients mais grâce au multicloud, en fonction des besoins et des applications, nous pouvons faire les meilleurs choix.

Le multicloud permet d'apporter plus de souplesse, d'efficacité et d'économie. Il permet aussi de répondre à certains besoins auxquels il était impossible de répondre par le passé, sauf avec des coûts démesurés. Par exemple, dans le cas d'un Plan de Continuité d'Activité, il fallait acquérir une deuxième salle machine, une infrastructure miroir et des liaisons réseau très haut-débit alors qu'avec le multicloud, cela est désormais possible à moindre coût.

Selon moi le multicloud est un réel outil au service de l'optimisation des architectures des systèmes d'information qui permet d'apporter des réponses à l'équation besoins/coûts/risques/performance.

Quels sont, selon vous, les avantages, les inconvénients et les risques de passer à une stratégie de multicloud ?

Les avantages du multicloud sont l'apport d'une plus grande souplesse, l'optimisation des coûts, les performances et la diminution des risques. La stratégie multicloud permet d'offrir d'autres choix, d'autres pistes.

Mais comme le multicloud implique de travailler avec des tiers, cela crée de forts enjeux en termes de contractualisation et d'aspects légaux. La contractualisation est un point clé parce que l'on délègue des informations et des responsabilités à des tiers, il faut être très rigoureux. Il faut bien prendre en compte ce que l'on attend en termes de services rendus, comment on les mesure et on les suit. Le suivi du contrat est également important. Il est donc nécessaire d'avoir les bons indicateurs de suivi des performances en lien avec ce contrat.

Il est impératif d'adresser au niveau des contrats, par une bonne définition, les niveaux de service, les éventuelles pénalités, les rôles et responsabilités de chacun et les clauses de réversibilité. Il est essentiel de mettre des clauses pour mitiger les risques. Il faut aussi prendre en compte que les risques sont différents en fonction de l'approche choisie, par exemple quand on fait du SaaS il y a un risque sur les données qui n'est pas forcément le même que pour le PaaS ou le IaaS.

Avec le multicloud, on délègue la gestion du risque à un ou plusieurs tiers ce qui engendre éventuellement de multiples contrats dont les clauses doivent être parfaitement alignées pour répondre aux enjeux.

Plus généralement, quel avenir pourrait-on espérer pour le multicloud dans les années à venir ?

Aujourd'hui beaucoup d'architectures à base d'API ont tendance à mettre en avant le Cloud-to-Cloud. La prochaine étape sera très certainement les architectures FaaS. En effet, demain nous risquons d'évoluer vers du Serverless c'est-à-dire que nous allons utiliser de plus en plus de fonctions sans vraiment savoir où elles se trouvent, où elles sont exécutées et hébergées.

Le serverless est une technologie qui est très efficace pour gérer de la « scalabilité », pour les performances applicatives à très grande échelle. Avec Docker, on fait également de la scalabilité, mais en serverless la granularité est beaucoup plus fine dans le sens où l'on va instancier un processus voire une fonction pour un utilisateur donné ; le serverless permet donc d'avoir une granularité de 1 alors qu'avec Docker on a plutôt des granularités de quelques dizaines ou centaines d'utilisateurs ou de fonctions. Du coup, la manière de développer en serverless est différente, c'est là que l'on va instancier les besoins à l'unité alors qu'avec Docker on le fait par grands blocs de fonctionnalités dans des containers. Il faut donc avoir des logiques d'architectures applicatives et de développement différentes.



Le multicloud : qui et comment ?

Les nouvelles dimensions du multicloud se ressentent au niveau du marché. Les offres multicloud se développent, les partenariats se nouent et les positions se renforcent. Pour l'utilisateur, l'enjeu du multicloud repose néanmoins sur la capacité à tirer parti du meilleur de chacun et donc de connaître leurs forces et leurs faiblesses.

Un marché en plein essor

L'évolution des stratégies cloud est un facteur déterminant pour comprendre comment ce marché a été façonné durant ces dernières années. En France, ce dernier a atteint les 12 milliards d'euros en 2019 grâce à une **croissance de près de 20%** en seulement un an⁹. Cette importante progression a été encouragée par le doublement de la part du budget allouée au cloud par les entreprises françaises entre 2017 et 2020.

Le marché du cloud public se concentre autour d'un petit nombre de grosses entreprises qui se partagent la majeure partie du marché. **Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure et Google Cloud**, les trois principaux fournisseurs de cloud public, détiennent en effet près de 61% des parts. Autour de ces géants, des fournisseurs plus « petits » sont en compétition pour se diviser les parts restantes.

En 2018, 52% des utilisateurs de services clouds faisaient appel à AWS contre 34% pour Azure et 22% pour Google Cloud⁹. Leur position dominante sur ce marché les rend quasiment intouchables pour les petits fournisseurs.

Afin de trouver leur place, ces derniers ont ainsi tendance à se spécialiser dans des niches ou des petits segments du marché dans lesquels ils évoluent. Cela peut-être au niveau du service (PaaS, multicloud, IA) ou de la philosophie (la proximité, le sur-mesure, la confiance, etc.).

Le marché du multicloud

À l'instar du cloud, le marché du multicloud génère beaucoup de revenus et de dépenses. En 2016, la valeur du marché du multicloud était estimée à environ **2 milliards de dollars**. D'ici 2023, cette valeur serait estimée à 7,8 milliards de dollars, représentant plus de **28% de taux de croissance annuel**¹⁰. Selon les estimations, c'est en Amérique du Nord que le marché du multicloud devrait dominer. Cependant, l'Europe, et notamment la France, restera un acteur majeur et devrait être la deuxième région en termes de part de marché d'ici 2022.

Avec la forte croissance du multicloud, il est attendu que certains services s'imposent d'ici 2023. C'est le cas notamment des applications multicloud basées sur la gestion de l'identité, la gestion de la conformité ou la gestion des infrastructures et des ressources.

Le modèle de déploiement hybride est le plus adopté, représentant près de 60% des architectures multicloud utilisées par les entreprises. Les architectures comprenant plusieurs clouds publics ou plusieurs clouds privés constituent quant à elles moins de 20% des cas chacune¹¹.

Des résultats différents selon le type d'entreprise

Bien que l'intérêt porté pour le multicloud soit généralement élevé, en fonction de leurs caractéristiques, certaines entreprises seront plus favorables à son adoption que d'autres.

Les secteurs nécessitant une forte réglementation tels que ceux de la banque et de la finance se retrouvent parmi les premiers utilisateurs de stratégies hybrides. Les fonctionnalités du cloud hybride permettent à ces entreprises de profiter des meilleures fonctionnalités du cloud tout en respectant leurs exigences de conformité.

Le commerce de détail est aussi un secteur d'activité où le multicloud est privilégié. Pour soutenir leurs installations distantes ou décentralisées, ces entreprises doivent bénéficier de connexions rapides, efficaces et flexibles pour optimiser leurs environnements de travail.

L'ancienneté de l'entreprise semble également jouer sur l'adoption du multicloud. En effet, les organisations de plus de 10 ans bénéficiant déjà d'importants investissements dans leurs infrastructures informatiques semblent se reposer davantage sur des architectures multicloud. En 2017, 50% des entreprises de moins de 10 ans non spécialisées dans des services informatiques utilisaient un cloud hybride pour leurs activités, contre environ 90% pour les entreprises de plus de 10 ans¹².



⁹ Markess

¹⁰ Accelerate State of DevOps 2018

¹¹ Allied Market Research : Multi-cloud Management Market, 2018

¹² Flexera-RightScale : State of the Cloud Report 2019

¹³ Microsoft : State of the Hybrid Cloud, 2017



Les leaders face à ces nouvelles stratégies

Le renouveau connu par le multicloud et les enjeux qui en découlent ont fortement influencé les fournisseurs cloud. En effet, ces derniers ont bien compris les opportunités que le marché représente et chacun cherche à renforcer sa position.

AWS s'est consacré aux modèles hybrides avec AWS Outposts. Ce service permet aux utilisateurs d'importer sur site une infrastructure matérielle et logicielle AWS, rendant la configuration 100% compatible avec le cloud AWS. AWS est également le pionnier des architectures FaaS avec AWS Lambda.

Pour Google, la stratégie multicloud a été adoptée à travers Google Anthos. Ce service permet de déployer des applications dans plusieurs environnements clouds et *on-premises* en se basant sur la conteneurisation grâce au service phare de Google Cloud, Kubernetes.

Du côté de Microsoft Azure, Azure Arc se base sur une stratégie similaire en permettant d'étendre les services Azure sur de multiples environnements clouds et *on-premises*. Tout comme Google Anthos, Azure Arc inclut la conteneurisation des applications. Microsoft possède également un réel avantage pour les services en SaaS grâce à sa suite Office365 pouvant être utilisée en cloud ou *on-premises*.

Le SPOC cloud, point d'entrée du multicloud

Comprendre la multitude d'offres existantes et choisir la configuration la plus adaptée à ses besoins est une tâche complexe. Cela demande des compétences techniques, de la veille et de l'expérience dans le déploiement de ce type de solution. Les grands fournisseurs cloud s'arrêtant généralement à la fourniture d'un service générique, l'utilisateur est livré à lui-même pour gérer sa transition. Agora Calycé, acteur cloud national, nourrit une position de SPOC (**Single Point of Contact**, ou en français, point d'entrée unique) du multicloud pour accompagner au mieux les entreprises dans la composition de solutions propres à leurs besoins. Afin de garantir une transition adaptée à chaque contexte, Agora Calycé combine une forte expertise méthodologique avec une offre PaaS dédiée ou mutualisée basé sur Kubernetes et une offre IaaS intégrant les solutions cloud hybride VMware les plus récentes.


	Offres Multicloud		Principaux fournisseurs CMP compatibles à l'environnement	Points différenciants
 AWS	<i>On-premises</i>	AWS Outposts	VMware Flexera Scalr RedHat Cloud Forms IBM Cloud Pak for multicloud management	AWS Outposts permet le déploiement <i>on-premises</i> des services d'AWS via l'importation sur site d'une infrastructure matérielle et logicielle AWS.
	IaaS	AWS EC2 avec AWS Outposts		AWS est leader dans le marché de l'IaaS.
	PaaS	AWS Beanstalk avec AWS Outposts		AWS a une forte pénétration dans le marché du FaaS.
	SaaS	Amazon WorkMail, Amazon WorkDocs		Pas d'offre phare SaaS pour concurrencer ses concurrents.
	FaaS	AWS Lambda		
 Google Cloud	<i>On-premises</i>	Google Anthos	VMware Flexera Scalr Red Hat Cloud Forms Cisco Hybrid Cloud Platform IBM Cloud Pak for multicloud management	Plateforme multicloud <i>on-premises</i> basée sur Kubernetes.
	IaaS	VMware Cloud Foundation on Google Cloud		Google Anthos bénéficie de sa proximité avec Kubernetes.
	PaaS	Google Engine App avec Google Anthos		Google dispose d'une bonne pénétration SaaS avec G Suite.
	SaaS	G Suite		Google est en retrait face à AWS sur le marché du FaaS.
	FaaS	Google Cloud Functions		
 Microsoft Azure	<i>On-premises</i>	Azure Stack, Office 365	Flexera Scalr RedHat Cloud Forms IBM Cloud Pak for multicloud management VMware	Microsoft Azure est le 2ème fournisseur IaaS du marché.
	IaaS	Azure Arc		Azure Arc favorise le déploiement dans plusieurs environnements.
	PaaS			Forte pénétration de la Suite Office365 qui peut être déployée dans le cloud et <i>on-premise</i> .
	SaaS	Office 365		Azure est en retrait face à AWS sur le marché du FaaS.
	FaaS	Azure Functions		
Fournisseurs spécialisés	<i>On-premises</i>	Services spécialisés, sur mesure ou d'accompagnement. Généralement, tous les type de services ne sont pas ciblés.	Très variable selon le fournisseur et son écosystème.	Les fournisseurs spécialisés misent sur des services réduits mais à forte valeur ajoutée. Ils proposent ainsi des services généralement inexistant chez les grands fournisseurs généralistes. Etant donné l'effet de taille, les fournisseurs spécialisés auront une infrastructure et des outils forcément plus limités que les grands fournisseurs.
	IaaS			
	PaaS			
	SaaS			
	FaaS			

Tableau 2: Offres multicloud des leaders et fournisseurs spécialisés

Fonctionnalités des Cloud Management Platforms



Figure 4: Fonctionnalités des Cloud Management Platforms

Optimiser la gestion des environnements multicloud

L'administration de plusieurs clouds n'est pas une tâche aisée et demande beaucoup d'expertise. Pour soulager cette gestion, il existe de plus en plus de plateformes de gestion cloud ou « *Cloud Management Platform* » (CMP). Ces plateformes assistent les entreprises en surveillant et gérant leurs infrastructures de cloud privé, cloud public ou multicloud. Elles sont généralement issues des acteurs du cloud privé comme VMware, HP ou Cisco.

L'atout d'une CMP est de centraliser la gestion des clouds autour de 4 grandes fonctionnalités : la gestion des ressources et la migration des données, la sécurité d'accès et le chiffrement, le suivi des dépenses et les prévisions de charges et enfin le monitoring et la supervision.

Si ces plateformes existent depuis plusieurs années, elles sont aujourd'hui bien plus matures, intègrent une couche containers et des outils *d'infrastructure as a code*. Leur réussite repose également sur les partenariats possibles avec les principaux clouds. Sur ce dernier point, le marché est actuellement très dynamique.

Des partenariats stratégiques

Dans le monde du multicloud, les environnements doivent être ouverts et interopérables. Les partenariats se nouent ainsi entre tous les acteurs et notamment entre les acteurs du cloud privé et ceux du cloud public. VMware est très actif sur ce volet, cherchant à s'imposer sur le marché des CMP.

AWS dispose d'une forte stratégie d'expansion et de partenariat. Un de ses partenaires majeurs est d'ailleurs VMware avec lequel AWS a lancé *VMware Cloud on AWS*.

Pour peaufiner son offre, Google Cloud s'associe également à d'autres entreprises. On compte notamment en 2018 le partenariat entre Google et Cisco pour lancer la *Cisco Hybrid Cloud Platform* ou le *Cisco Hybrid Cloud Architecture for Google Anthos*.

Du côté de Microsoft Azure, outre la présence de VMware, un partenariat avec Oracle Cloud est signé en 2019 afin de connecter efficacement les services Azure et Oracle. Cette stratégie a pour but de permettre aux utilisateurs de renforcer la flexibilité entre différentes plateformes dans une vision multicloud.

Une jungle d'offres

Le marché du multicloud est ainsi très varié et se compose d'une multitude de fournisseurs ayant chacun leurs spécificités. Pour chaque type de service (IaaS, PaaS ou SaaS), les utilisateurs sont confrontés à une grande diversité d'offres qu'il est difficile d'appréhender sans une bonne connaissance du marché.

Néanmoins, pour déployer correctement une stratégie multicloud, il est important d'avoir cette connaissance des offres et de comprendre ce qu'elles impliquent techniquement parlant.

Ce chapitre avait pour objectif de donner une image simplifiée de l'état du marché et des dynamiques d'évolution en cours afin de faciliter la navigation dans cette jungle d'offre.

À retenir

Le marché du multicloud connaît une **forte croissance**.
Les **trois leaders** se sont engagés dans ce marché.
Les acteurs du cloud privé occupent le marché des CMP.

Une approche éco-responsable ?

Le renouvellement des stratégies multicloud pose beaucoup de questions concernant son impact environnemental. En effet, dans un monde où la question écologique est primordiale, le multicloud renforce un usage déjà très énergivore. Il est ainsi essentiel de poser la question des stratégies « vertes » dans le monde du cloud.

Un secteur numérique énergivore

L'essor du cloud a des effets non négligeables sur le plan écologique. Il est estimé que l'industrie des technologies de l'information et de la communication serait responsable de plus de **3,8% des émissions mondiales de CO²**¹⁴. De plus, avec une consommation doublant environ tous les 4 ans, les *datacenters* pourraient représenter 10% de la consommation mondiale d'électricité en 2030¹⁵.

Les systèmes de refroidissement et de climatisation présents dans les *datacenters* sont les facteurs représentant la plus grande part de leurs besoins énergétiques et constituent 40% de leur demande en électricité¹⁶. En moyenne, il est estimé qu'un *datacenter* consomme en électricité l'équivalent de **30 000 foyers européens** par jour¹⁷.

On-premises VS cloud

Intrinsèquement, le cloud peut-il être porté responsable de cette consommation ? L'explosion de la demande a en effet mécaniquement fait augmenter les besoins énergétiques. La question qui se pose est plutôt de savoir si le modèle du cloud est efficace énergétiquement comparé à son alternative *on-premises*.

Si la mutualisation des ressources permet théoriquement d'optimiser l'usage énergétique, en pratique, cela est à nuancer. Pour assurer la disponibilité et la sécurité des services, des pratiques comme la duplication des données, le surdimensionnement et la réservation de ressources alourdissent la facture. Le paiement à l'usage permet également en théorie d'adapter la consommation aux besoins mais dans les faits, la granularité des offres n'est pas toujours adaptée, d'autant plus que la facilité du cloud tend à provoquer des dérives dans l'usage.

La réelle efficacité du cloud est plutôt à chercher du côté de la consommation énergétique globale d'un *datacenter*, centre de coût majeur pour les fournisseurs.

Le datacenter au début du cloud

Au début des années 2010, Greenpeace¹⁸ était plutôt sceptique quant à l'impact du cloud sur l'environnement. Ces peurs sont appuyées par la forte proportion d'énergies non renouvelables utilisées par les *datacenters*. En effet, au début des années 2010, 95% des énergies consommées par les plus grands fournisseurs cloud étaient issues d'énergies non renouvelables, principalement du charbon et de l'énergie nucléaire.

De plus, les locaux hébergeant les *datacenters* n'étaient pas optimisés. Les systèmes de climatisation et de refroidissement notamment manquaient d'efficacité et peu de moyens étaient mis en place pour limiter leur consommation. Du côté des utilisateurs, l'usage du cloud a été rapidement popularisé provoquant des dérives dans les consommations.

Cependant, aujourd'hui, le défi du changement climatique a fait évoluer les consciences et le cloud a pu profiter d'améliorations significatives.



Vers des datacenters « green »

L'énergie étant un centre de coût majeur pour les fournisseurs, il était nécessaire d'en améliorer l'efficacité énergétique sans entraver la croissance des usages.

En quelques années, la situation a ainsi pu s'améliorer. **Les GAFAM ont tous signé un accord les engageant à tendre vers une utilisation d'énergie 100% renouvelable** et en 2018, AWS avait déjà dépassé la barre des 50% d'utilisation d'énergies renouvelables¹⁹.

De plus, les grands fournisseurs ont beaucoup investi dans l'efficacité énergétique des *datacenters* et possèdent aujourd'hui de centres ultra modernes avec une efficacité énergétique supérieure d'environ 40% aux autres centres de données²⁰.

¹⁴ Green IT, 2019

¹⁵ <https://www.lebigdata.fr/data-centers-environnement>

¹⁶ <https://www.lebigdata.fr/data-centers-environnement>

¹⁷ <https://lesecolohumanistes.fr/pollution-internet/>

¹⁸ Greenpeace International : Make IT Green, 2010

¹⁹ <https://aws.amazon.com/fr/about-aws/sustainability/>

²⁰ S. Garg & R. Buyya : Green Cloud Computing and Environmental Sustainability



L'optimisation des systèmes de refroidissement

L'efficacité énergétique des systèmes de climatisation est peut-être le domaine qui a le plus évolué. Par exemple, certains fournisseurs ont trouvé des solutions naturelles en implantant leur *datacenter* dans des régions froides voire même au fond de l'eau.

La pratique du *free cooling* reste cependant la plus populaire. Cette pratique consiste à utiliser des sources de refroidissement gratuites en profitant de la différence de température des flux d'air entre l'intérieur et l'extérieur.

De plus, la mise en place de couloirs chauds et froids permet une meilleure circulation de l'air au sein des *datacenters*. En orientant l'avant des baies, nécessitant de l'air froid, en face à face il est en effet possible d'éviter le mélange de l'air froid avec l'air chaud évacué par la face arrière des baies.

Enfin, grâce à l'utilisation de l'IA, Google a annoncé avoir réduit d'environ 30% la consommation de ses systèmes de refroidissement²¹.

Devenir éco-responsable

Comme nous l'avons vu précédemment, il n'est pas évident d'établir si le modèle du cloud est intrinsèquement moins énergivore qu'un modèle *on-premises*. Néanmoins, une partie des incertitudes peut être limitée par des comportements éco-responsables.

Ces comportements concernent aussi bien l'utilisateur final que les développeurs ou les décideurs des DSI.

Pour l'utilisateur final, il existe un ensemble de bonnes pratiques d'usage pouvant être déployé en entreprise. Du côté des développeurs, il existe également des pratiques de *green IT*, dont l'objectif est un code optimisé pour la consommation énergétique. Enfin, pour les décideurs IT, il s'agit d'éviter les dérives d'usage via une stratégie appropriée et le suivi des consommations. Les ressources potentiellement infinies du cloud ne doivent pas faire abstraction du coût écologique qu'elles impliquent.

Les green broker

Pour promouvoir l'utilisation d'un multcloud vert, les chercheurs Garg et Buyya²² mettent en avant l'idée d'un **intermédiaire entre les fournisseurs et les clients dont l'objectif** est de proposer les clouds les moins énergivores en fonction de leur besoin. Ils appellent cet intermédiaire un *green broker*.

Son principe se base sur le recensement des émissions carbonees et des clouds verts proposés par les fournisseurs. Ainsi, quand un client fait une demande de service cloud auprès du *Green Broker*, ce dernier sélectionne et propose au client les clouds correspondant à ses besoins parmi ceux étant les moins énergivores.

Du côté des fournisseurs, le *Green Broker* aura un effet incitatif pour produire des services verts. Du côté des clients, cet intermédiaire leur permet de sélectionner les offres les plus intéressantes parmi les clouds verts.



²¹ <https://deepmind.com/blog/article/safety-first-ai-autonomous-data-centre-cooling-and-industrial-control>

²² S. Garg & R. Buyya : Green Cloud Computing and Environmental Sustainability



L'ambivalence de l'IoT

D'ici fin 2020 le marché de l'Internet des objets (IoT) est estimé à **74 milliards d'euros soit 3,6% du PIB national**. Au niveau mondial, le marché de l'IoT devrait être multiplié par 1,5 entre 2020 et 2025 jusqu'à valoir 1100 milliards de dollars à la fin de cette période²³. Le cloud est un acteur important dans l'émergence de l'IoT avec plus de 90% des porteurs de projets qui désirent recourir au cloud²⁴.

L'IoT a souvent été mis en œuvre **en faveur de la protection de l'environnement**. Les exemples d'usages éco-responsables de l'IoT comprennent entre autres : l'optimisation de la consommation énergétique, la mesure et la régulation du CO² produit par les entreprises, le calcul d'itinéraires optimaux pour économiser du temps de conduite ou la lutte contre le gaspillage.

Cependant, ces utilisations positives pour l'environnement ne sont pas sans coûts et ne compensent pas pleinement les effets négatifs induits par les outils IoT. En effet, le nombre exponentiel d'appareils mis en ligne augmente à la fois le besoin énergétique, l'usage du réseau, l'usage du cloud et la quantité de déchets électroniques.

Un modèle supportable ?

Malgré le scepticisme des organismes de protection de l'environnement face au développement du cloud, la technologie a su, au fil des ans, évoluer pour respecter au mieux les normes environnementales. Grâce aux développements d'infrastructures beaucoup plus modernes et des stratégies de consommations basées sur des énergies renouvelables, les fournisseurs ont montré que le cloud ne va pas nécessairement à l'encontre de l'idée d'une approche éco-responsable.

Néanmoins, la métamorphose du cloud n'est pas terminée et la croissance exponentielle de la demande maintient un niveau de consommation très élevé. Aujourd'hui plus que jamais, les fournisseurs comme les consommateurs doivent garder une conscience écologique dans leur façon d'aborder le cloud. Si les avancées dont la technologie a été témoin ces dernières années donnent une vision optimiste, elle ne pourra pas tout résoudre.

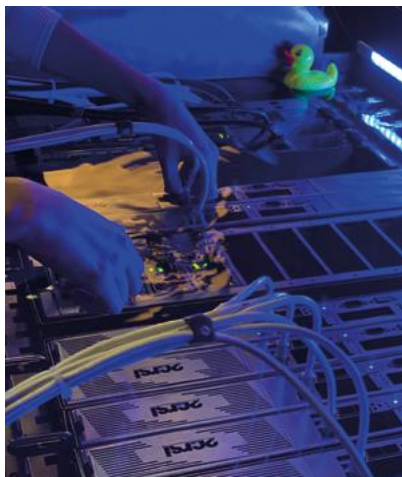
*Pour aller plus loin : **edge computing et micro-datacenter***

*L'edge computing est une architecture informatique décentralisée complémentaire du cloud. Plutôt que d'être centralisées dans des **datacenters**, les données sont générées à la frontière entre le local et le cloud. Le traitement de données en périphérie permet d'éviter la transmission d'un grand nombre de données dans le cloud et donc de diminuer le besoin en bande passante. Dans cette mouvance, le principe de **micro-datacenter** a récemment émergé. L'idée est d'exploiter un modèle réduit d'un datacenter pour les activités d'edge computing, optimisant ainsi les performances tout en réduisant l'impact environnemental.*

À retenir

Les **datacenters** sont **énergivores**.
Un usage éco-responsable favorise l'économie d'énergie.
L'efficacité énergétique et les EnR favorisent **un cloud vert**.

²³ GSMA
²⁴ Markess



L'immersion monophasique chez 2CRSi : les datacenters du futur

La technologie de refroidissement par immersion monophasique fait partie des solutions prometteuses pour améliorer l'efficacité énergétique des datacenters. 2CRSi, concepteur et fabricant de serveurs informatiques haute performance, met au point des solutions compatibles avec cette technologie accessibles à tous les types de datacenter.

La technologie de refroidissement par immersion

Le refroidissement par immersion consiste à plonger entièrement des serveurs informatiques dans un fluide caloporteur diélectrique (de type huile végétale, minérale ou de synthèse) afin de réguler la température des serveurs. Ce système permet ainsi de s'affranchir totalement d'un système mécanique par ventilateurs.

Concrètement, toute l'énergie consommée par les serveurs est transformée en chaleur qui est directement absorbée par le liquide diélectrique. Cette puissance calorifique est ensuite cédée à un circuit d'eau externe par le biais d'un échangeur de chaleur et peut-être soit évacuée dans l'air par un **dry cooler** (échangeur passif) soit réutilisée pour du chauffage de bâtiments ou d'eau sanitaire par exemple (réutilisation de la chaleur fatale). Le liquide de refroidissement monophasé ne change jamais d'état, apportant ainsi une très bonne stabilité du système et peu de maintenance. De plus, le faible risque d'évaporation du liquide permet l'utilisation de « bains ouverts ».

Une solution green IT

L'efficacité de la dissipation de chaleur par immersion monophasique permet de réduire jusqu'à 95% des coûts d'électricité liés au refroidissement avec une consommation d'eau nulle. De plus, lors de la mise en conformité des serveurs informatiques pour l'immersion, les ventilateurs sont retirés ou désactivés, ce qui permet un autre gain énergétique. Finalement, l'indicateur d'efficacité énergétique (PUE) estimé pourrait atteindre 1.03.

Cette efficacité énergétique entraîne une réduction de près de 45% des émissions de carbone en comparaison d'un datacenter standard. La réutilisation de la chaleur fatale des serveurs récupérée par le réseau d'eau permet d'optimiser encore davantage ce bilan.

Un déploiement simplifié, flexible et durable

Au-delà des bénéfices énergétiques, un refroidissement par immersion apporte plusieurs autres avantages :

- Une déploiement rapide et simple (pas d'infrastructure spécifique, multi emplacement y compris en centre-ville)
- Une maintenance simplifiée et durable
- Une réduction de 50% du TCO (Total Cost of Ownership)
- Une installation ultra dense (85-97% d'économie d'espace versus un datacenter traditionnel)
- Une augmentation de la puissance de calcul par serveur (grâce à l'efficacité de refroidissement)
- Une amélioration de la durée de vie des composants et un taux de panne réduit
- Un confort acoustique (20 décibels contre 90 pour un datacenter classique)



Structurer une stratégie multcloud

Tirer pleinement parti d'un passage au multcloud demande de structurer une stratégie cohérente sur l'ensemble du système d'information. Cependant, l'univers du multcloud est vaste et peut vite devenir très complexe. Nous proposons ici un guide et un cadre d'analyse pour mieux appréhender cette complexité.

Un usage complexe

Le recensement de tous les acteurs évoluant sur le marché du multcloud met en avant la complexité que le déploiement d'une telle stratégie induit. Ainsi, avec un nombre important de fournisseurs proposant une grande variété d'offres, il peut s'avérer judicieux d'avoir une méthodologie claire pour optimiser son adoption.

Ce guide propose un cadre d'analyse au lecteur souhaitant s'orienter vers une stratégie multcloud. Pour cela, plusieurs dimensions concernant son adoption seront traitées et des exemples de scénarios seront analysés.

Comprendre ce qui amène au multcloud

Les architectures multcloud sont nombreuses et chacune peut répondre à un besoin différent. Nous avons déjà évoqué dans le premier chapitre des facteurs poussant au multcloud. Leur identification est la première étape d'une stratégie maîtrisée. Les facteurs d'adoption les plus fréquents sont :

- **La sécurité** : aspect important pour toute activité informatique, la sécurité est une des raisons principales pour laquelle les utilisateurs se tournent vers des solutions clouds. L'usage de différents hébergements clouds permet notamment de mettre en place des *back-ups* ou des infrastructures de secours pour augmenter la protection de leurs données et la résilience de leurs services en cas d'attaques ou de sinistre.
- **La flexibilité** : en faisant appel à plusieurs clouds, les utilisateurs bénéficient d'une flexibilité plus importante en termes de disponibilité et de scalabilité. Une architecture multcloud bien structurée peut améliorer la fluidité des activités tout en profitant d'une délégation du maintien en condition opérationnelle (MCO) optimisée.
- **L'optimisation** : le multcloud permet d'optimiser ses services en choisissant le fournisseur le plus performant selon ses besoins. Que ce soit au niveau IaaS, PaaS ou SaaS, chaque brique peut être déployée et hébergée selon le meilleur rapport besoin/risque/coût/performance. Cette optimisation peut jouer sur plusieurs dimensions : les fonctionnalités, les tarifs, le lieu d'hébergement ou encore l'adéquation avec ses propres briques techniques.
- **L'irréversibilité** : avoir recours à plusieurs clouds peut diminuer le phénomène d'irréversibilité propre au cloud. La question de la réversibilité n'est cependant pas toujours évidente et doit être posée dès le départ.



Comment migrer vers le cloud ?

Migrer vers le cloud peut-être une tâche complexe, surtout si l'application n'est pas pensée « *cloud-native* ».

La méthode *lift and shift* constitue une première voie de migration dans le cloud. Elle vise la simplicité en proposant un copier-coller de l'application dans le cloud sans aucune modification ou refonte de celle-ci. Si la rapidité de migration est un avantage, cette méthode ne permet pas de profiter pleinement des possibilités du multcloud.

À l'inverse, une autre approche est de déplacer son application dans un cloud après une **refonte** de son architecture. L'intérêt de cette pratique, qui demande une migration plus complexe et moins rapide, est de pouvoir bénéficier pleinement des avantages du multcloud et d'opérer efficacement dans celui-ci.

D'un point de vue gestion de projet, l'usage de la méthode DevOps est particulièrement bien adaptée à la migration vers le cloud. Cela est également l'occasion d'aligner ses processus avec les meilleures pratiques du moment.

Enfin, les entreprises peuvent également recourir au **SaaS**. Cette approche leur permet de déléguer totalement le développement et la gestion de l'application au fournisseur. Néanmoins, dans ce cas, l'entreprise est dépendante du fournisseur en termes de fonctionnalités et de mises à jour.

Quel cloud utiliser pour quel besoin ?

Si une partie des offres des grands fournisseurs est relativement similaire, chacun dispose de spécialités pouvant orienter les utilisateurs dans leurs choix.

Par exemple, AWS bénéficie de sa position de leader en termes de services IaaS et est un des pionniers du FaaS. Google Cloud quant à lui est le fondateur de Kubernetes et dispose de services de base de données distribuées très avancés. Google est également un acteur dominant de l'intelligence artificielle (IA).

Microsoft Azure de son côté a un fort avantage lié au taux de pénétration

des outils Microsoft Office au sein du monde professionnel. Office 365 profite largement de cette base en proposant un environnement collaboratif qui peut être déployé en mode hybride et agir comme un levier pour l'adoption des services Azure.

Du côté des plus petits fournisseurs, les avantages apparaissent grâce à leur statut de cloud spécialisé. Cette position permet de miser sur différents axes : spécialisation dans un domaine applicatif (métier, IA, collaboration, etc.), personnalisation des services ou encore proposition de services de confiance et de proximité.

Enfin, le choix des fournisseurs dépendra également de leur intégration avec les acteurs du cloud privé comme VMware ou HP.






Grandes spécialités de chaque fournisseur cloud			
 AWS	 Google Cloud Platform	 Microsoft Azure	Fournisseurs spécialisés
<p>IaaS : Grâce à sa position de leader sur le marché de l'<i>Infrastructure-as-a-Service</i>, AWS dispose d'une offre IaaS solide et intégrée à VMware.</p> <p>FaaS : AWS est également le pionnier des modèles FaaS grâce à son offre AWS Lambda.</p>	<p>Big Data : Google dispose d'une forte compétence dans la gestion des environnements distribués à grande échelle. Cette compétence se traduit par des services de base de données distribuées sans concurrent.</p> <p>IA : Google est l'une des entreprises dominantes en termes d'intelligence artificielle et propose une offre de services complète et reconnue par les experts.</p> <p>PaaS : Google est le créateur de Kubernetes, plateforme phare du PaaS nouvelle génération.</p>	<p>Les outils collaboratifs : Microsoft Azure bénéficie de la pénétration de la suite Office dans le monde professionnel. Office 365 et Azure AD permettent de développer un environnement collaboratif hybride totalement intégré.</p>	<p>Offres spécialisées : les fournisseurs spécialisés proposent des services à forte valeur ajoutée dans un domaine spécifique. Cela peut être un service IaaS, PaaS ou SaaS spécifique, des services « sur-mesure », des applications métiers, des services de proximités ou encore un cloud de confiance.</p>

Tableau 3: Les grandes spécialités de chaque fournisseur cloud



La gestion des données

Les données sont un axe essentiel d'une stratégie multicloud. Il est nécessaire d'être clair sur celles qui transiteront par le cloud et comment les gérer au mieux.

Les données représentent le patrimoine de l'entreprise et de ce fait, leur sécurité est un point crucial à prendre en compte. Les données contenant des informations critiques ne seront pas traitées et hébergées de la même manière que les autres données. Un cloud de confiance ou un cloud privé sera bien plus adapté qu'un cloud public lorsqu'il est question de données sensibles. Séparer les données critiques des autres données est ainsi un préalable indispensable.

Aujourd'hui l'idée d'avoir un cloud de confiance est un élément important dans la gestion des données. À l'origine connu sous le nom de « cloud souverain », le cloud de confiance a pour but de respecter et protéger au mieux la confidentialité des données, et plus particulièrement les données critiques.

Une bonne gestion des données passe également par une bonne gouvernance de la donnée. La stratégie multicloud choisie devra s'accompagner d'une gouvernance adéquate qui protégera au mieux les utilisateurs et orientera la répartition de leurs données à travers des clouds de confiance, des clouds privés ou des clouds publics sur l'ensemble de leur cycle de vie.

La question de la réversibilité

L'un des risques du cloud est l'irréversibilité, c'est-à-dire l'impossibilité de faire marche arrière une fois la migration réalisée. L'entreprise est alors dans une situation d'enfermement avec son fournisseur.

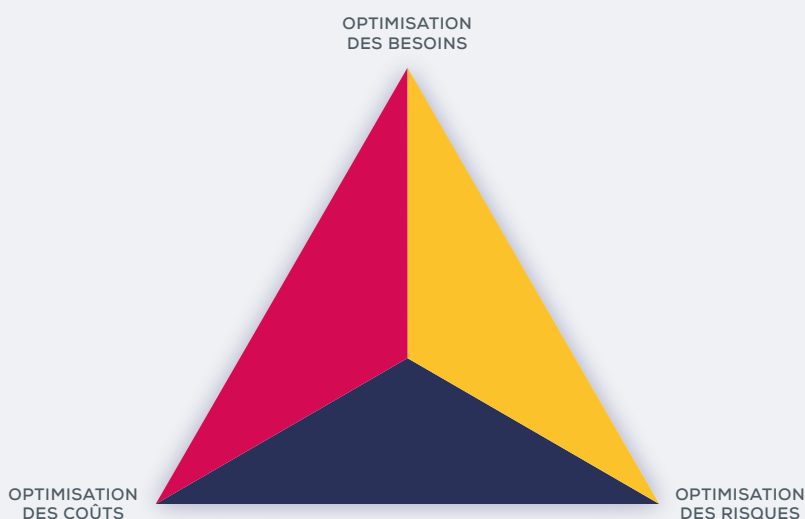
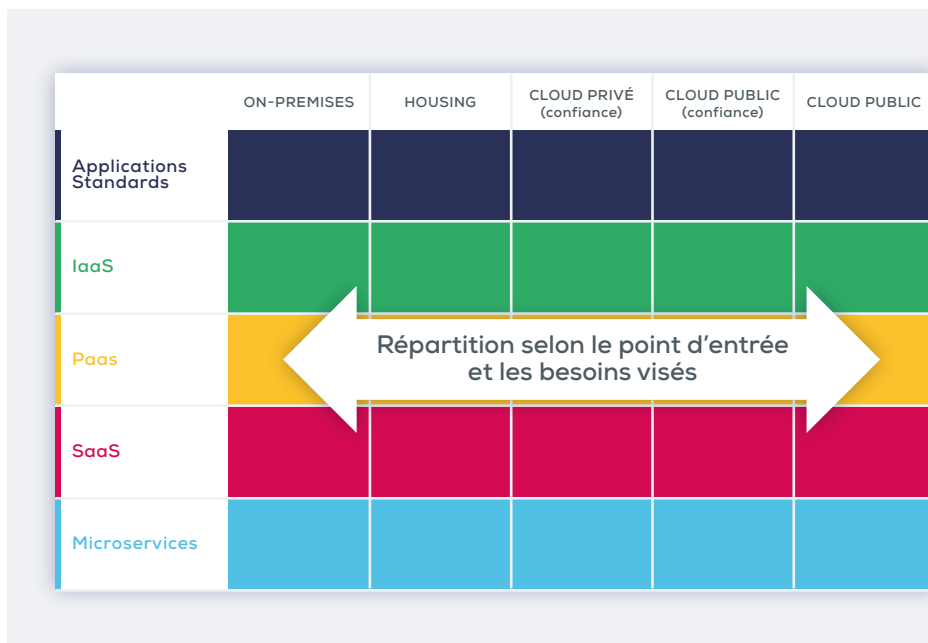
Cette irréversibilité peut provenir de difficultés techniques ou de coûts prohibitifs. Le multicloud, étant donné sa construction, permet de minimiser l'irréversibilité mais ne la supprime pas.

Il est alors essentiel d'inclure les termes du plan de réversibilité dans le contrat afin de limiter ces problèmes. Cela passe notamment par un détail de toutes les différentes procédures de restitution des données et des coûts associés.

Cadre d'analyse et exemples de scénarios

Formalisation des scénarios

Les scénarios multicloud peuvent être potentiellement nombreux. Une façon de les formaliser est de les représenter sur 2 dimensions : le modèle de déploiement cloud et le point d'entrée (IaaS, PaaS, SaaS). Par exemple, au niveau IaaS, les scénarios peuvent concerner la répartition des services ou des VM entre un cloud privé et un cloud public. Au niveau PaaS, les scénarios concernent la répartition des briques applicatives ou des charges de travail entre les clouds. Au niveau SaaS, les scénarios peuvent comprendre l'échange de données entre applications ou l'usage de différents clouds pour différentes applications. Enfin, l'architecture de microservices constitue un point d'entrée en soi, chaque microservice pouvant potentiellement être hébergé sur différents clouds.



Le triangle besoins, coûts, risques

Lorsqu'un utilisateur désire adopter une architecture multicloud, il est important de prendre en compte trois facteurs dans sa stratégie : les besoins, les risques et les coûts.

L'utilisateur devra faire des choix qui vont l'aider à se positionner en fonction du niveau d'optimisation souhaité pour chacun de ces trois critères. Les besoins peuvent être des besoins fonctionnels, de performance ou de qualités de services. Les risques quant à eux peuvent être liés à la sécurité des données, à des incidents ou à des défaillances techniques.

Chaque scénario peut être replacé dans ce triangle en fonction des facteurs qu'il optimise, montrant ainsi l'arbitrage nécessaire entre les besoins, les coûts et les risques.





Les scénarios

Pour illustrer le processus consistant à se positionner dans ce triangle « besoins, coûts, risques » nous allons prendre pour exemple des cas d'usage types. Chaque cas d'usage est illustré par un scénario et des objectifs à atteindre.

Scénario «applications critiques»


Objectifs Maitrise des risques et optimisation des performances



L'entreprise s'équipe d'un ERP standard hébergé *on-premises* pour être proche du lieu de production. Elle évite ainsi les risques liés aux réseaux et optimise les performances de l'application. En parallèle, l'entreprise fait l'acquisition d'un outil RH qu'elle déploie en cloud privé pour donner un accès distant à toutes les équipes RH tout en minimisant les risques liés aux données.

Scénario «IaaS PRA/PCA»

Objectifs Equilibre entre besoins (qualité de service), coûts et risques



L'entreprise déploie un modèle hybride avec des VM opérées dans son propre datacenter et étendues dans un cloud privé pour la continuité d'activité (solution active-active - PCA). L'entreprise peut également choisir de réaliser sa sauvegarde ultime (*backup des VM*) sur une architecture tierce privée ou publique selon la criticité des données.

Scénario «PaaS burst out»

Objectifs Optimisation de l'agilité et des coûts



L'entreprise développe sa propre application avec une approche DevOps et tire parti du multcloud pour l'agilité de ses développements et la garantie de performance de son application. Cela lui permet un apport en ressource sporadique soit pour le développement, soit pour des besoins de scalabilité.

Scénario «pour tirer le meilleur du SaaS»

Objectifs Optimisation des besoins (fonctionnels et qualité de service) et maîtrise des risques



L'entreprise souhaite tirer le meilleur d'une solution reconnue et éprouvée de travail collaboratif et d'une CRM très riche fonctionnellement dans le cloud tout en sécurisant ses données critiques dans un cloud de confiance. Le *backup* des données de messagerie est hébergé dans un cloud privé et la fonction « critique » de calcul de prix est hébergée dans un cloud de confiance.

Scénario «microservices d'avenir»

Objectifs Equilibre entre besoins (fonctionnels et performance), coûts et risques



L'entreprise développe sa propre application sur la base d'une architecture de microservices. Elle a recours à un cloud privé pour les microservices sensibles, limitant ainsi les risques. Elle utilise des fonctions FaaS pour des fonctions standards simples et actives ponctuellement, limitant ainsi les coûts. Enfin, elle utilise un cloud public pour tous les autres microservices, assurant disponibilité et tenue en charge.

	ON-PREMISES	HOUSING	CLOUD PRIVÉ (confiance)	CLOUD PUBLIC (confiance)	CLOUD PUBLIC
Scénario « applications critiques »	ERP		RH		
Scénario « IaaS PRA/PCA »	VM	VM	VM	BACK UP VM	BACK UP VM
Scénario « Paas burst out »	ORCHESTRATEUR/ GESTIONNAIRE DE CONTAINERS		ORCHESTRATEUR/ GESTIONNAIRE DE CONTAINERS	ORCHESTRATEUR/ GESTIONNAIRE DE CONTAINERS	KUBERNETES/ DOCKER
Scénario « le meilleur du SaaS »			BACKUP	BACKUP	MESSAGERIE CRM
Scénario « Microservices »			MICROSERVICES SENSIBLES	MICROSERVICES SENSIBLES	FAAS OU MICROSERVICES





Entretien réalisé le 16/03/2020 avec Jean-Paul Mauchard,
Senior Consultant chez Voirin-Consultants

Quels sont les facteurs de décision permettant d'adopter une stratégie cloud hybride ?

Les facteurs de décision pour évoluer d'une solution d'hébergement d'un mode « on-premises » à un mode cloud peuvent être structurés autour de 4 principales dimensions :

- L'optimisation financière,
- La maîtrise de la qualité de service offerte aux usagers,
- La rationalisation des moyens techniques, des ressources et des capacités,
- Les leviers de transformation.

Nous proposons à nos clients d'objectiver leur choix et leurs priorités par une simple méthode de scoring des bénéfices potentiels apportés par les solutions cloud (IaaS, PaaS, SaaS). Il s'agit d'un outil méthodologique à utiliser en support au processus de prise de décision. Bien entendu, d'autres facteurs, soit structurels soit conjoncturels, peuvent influencer sur les orientations et choix finaux.

Quels sont les risques du passage au cloud ?

Je préfère utiliser la notion de points d'attention qui, s'ils sont négligés, deviennent des risques et des menaces au bon fonctionnement.

- Le premier point qui me vient à l'esprit lorsqu'on décide d'un hébergement en mode cloud c'est la perte de contrôle ; on accepte de facto une certaine délégation des opérations de maintien en condition opérationnelle de son SI ainsi qu'une gestion « hors mur » de ses propres données (asset critique). Un parallèle peut être fait avec ce qu'accepte un client lorsqu'il confie la gestion de son propre argent à une banque.
- Le deuxième point c'est la perte « irréversible » de compétences qui ont été transférées/déléguées à un tiers hébergeur. Ce risque doit être mesuré, pondéré, accepté.
- Le troisième point c'est « la criticité du réseau ». Le réseau devient particulièrement critique, sensible. Le besoin d'une maîtrise de son réseau, de la fiabilité de ses équipements de connectivité ainsi que la gestion des paramètres est devenu critique.
- Le quatrième point d'attention est la gestion des identités, des annuaires et de l'authentification qui est devenu un sujet sensible et délicat
- Le cinquième point d'attention est la nécessité des études préalables d'Urbanisation et d'Architecture afin de garantir la fluidité de circulation des données et d'interopérabilité des applications
- Enfin le dernier point est la réversibilité. Une fois qu'on a décidé de mettre des données dans un cloud, quoiqu'on en dise, le retour est délicat, sensible, complexe et onéreux. Les conditions de réversibilité doivent être précisément décrites et activables.

Quels sont les facteurs clés de succès ?

Me viennent spontanément à l'esprit quelques facteurs clé de succès :

- Il est indispensable d'établir un contrat/convention de service détaillé et opposable, notamment concernant les indicateurs de performance, les conditions de services et les engagements.
- Etablir un modèle de gouvernance clair et approuvé par toutes les parties reste indispensable. Les interlocuteurs portant les engagements de chacune des parties doivent être identifiés de part et d'autre.
- La connaissance du client donneur d'ordre. Il est vivement conseillé que l'hébergeur/fournisseur de service cloud connaisse à minima son client, ses contraintes opérationnelles et la nature de son business. En effet les contraintes de disponibilité, d'accessibilité, de performance, de sécurité et de continuité de service ne sont pas identiques pour un industriel, un commerçant, un prestataire de service ou une collectivité, etc...
- Un autre facteur de succès très important est la confiance et la recherche de cloud de confiance. L'un des freins souvent évoqués à l'adoption de solution cloud est la suspicion d'un usage détourné des données. Il faut donc établir un contrat de confiance, des garanties claires de protection des données et des capacités d'audit.
- S'assurer que les hébergeurs/fournisseurs de service cloud ont mis en place des dispositions conformes aux réglementations en vigueur (exemple HDS, RGPD, COP21...) ou aux valeurs éthiques de l'entreprise pour garantir un cloud « responsable ».



Glossaire

API : l'« *Application programming interface* » (API) désigne une interface par laquelle un logiciel offre des services à un autre logiciel.

Architecture informatique : désigne la structure générale d'un système informatique, comment les différents éléments du système sont organisés et interagissent entre eux.

Architecture informatique en silo : architecture dans laquelle chaque application ou base de données repose sur une plate-forme propriétaire l'isolant du reste de l'écosystème informatique.

Big Data : concept qui rend compte de la massification du stockage et du traitement des données informatiques.

Centre de données (datacenter) : site physique regroupant des installations informatiques chargées de stocker, traiter et distribuer des données.

Cloud Hybride : infrastructure cloud mêlant architecture privée et publique.

Cloud Native : applications conçues au sein même du cloud dans le but de tirer parti de tous les avantages de cet environnement.

Cloud Privé : ressources et services cloud accessibles via internet dédiés à une entreprise.

Cloud Public : ressources et services cloud accessibles via internet partagés entre plusieurs entités.

Containers : solution qui consiste à isoler les processus d'une application du reste du système. Un container s'exécute en natif sur son système d'exploitation, qu'il partage avec d'autres containers.

DevOps : ensemble de pratiques et outils visant l'unification du développement des applications (Dev) et de l'exploitation des systèmes (Ops).

ERP : l'« *Enterprise Resource Planning* » (ERP) est un progiciel qui permet de gérer l'ensemble des processus opérationnels d'une entreprise.

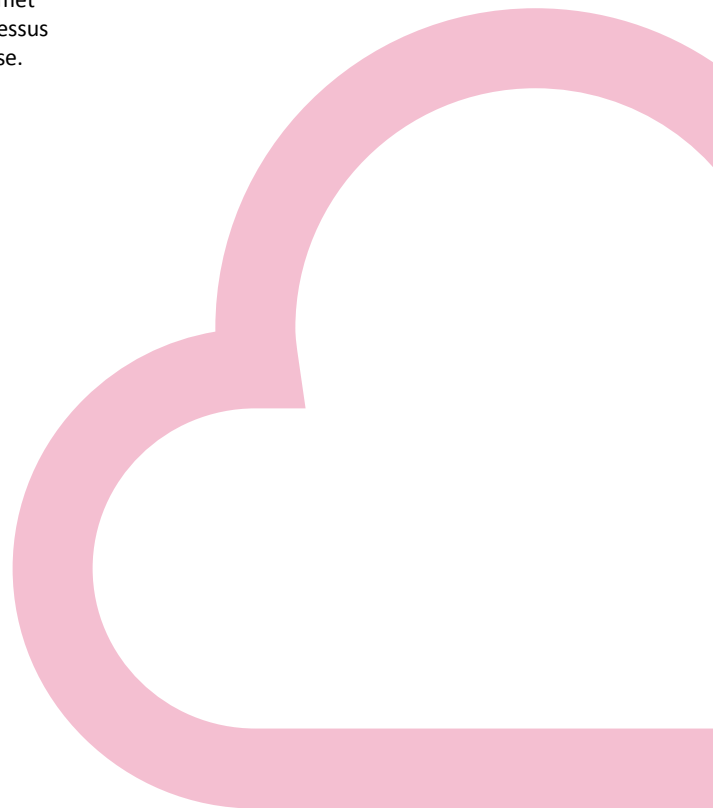
Fournisseur Cloud : un fournisseur cloud met à disposition des infrastructures de cloud privé ou cloud public pour d'autres entreprises.

GAFAM : représente les géants du Web (Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft).

Housing : consiste à louer un espace physique dans les *datacenters* d'un fournisseur pour y installer ses propres serveurs.

Hyperviseur : plateforme de virtualisation permettant à plusieurs systèmes d'exploitation de partager un même hôte matériel.

IA : l'Intelligence Artificielle (IA) est un système informatique autonome capable de simuler des compétences intellectuelles humaines.



IaaS : service du cloud computing fournissant au client l'infrastructure informatique.

IoT : l'Internet des objets (« *Internet of Things* ») est l'interconnexion de données entre des appareils et objets physiques via Internet.

MCO : le Maintien en Condition Opérationnelle (MCO) désigne la stratégie pour garantir la disponibilité des infrastructures et des applications.

Multicloud : le terme multicloud désigne l'utilisation de différents clouds pouvant être des clouds privés, publics ou les deux.

NIST : le « *National Institute of Standards and Technology* » est un institut de recherche américain ayant pour but de promouvoir l'économie à travers l'innovation et la compétitivité industrielle.

On-premises : l'on-premise désigne les ressources et logiciels informatiques hébergées physiquement sur le site d'une entreprise.

OS : l'« *Operating System* » (OS) ou « Système d'exploitation » est un ensemble de programmes qui dirige l'utilisation des ressources d'un ordinateur par des logiciels applicatifs.

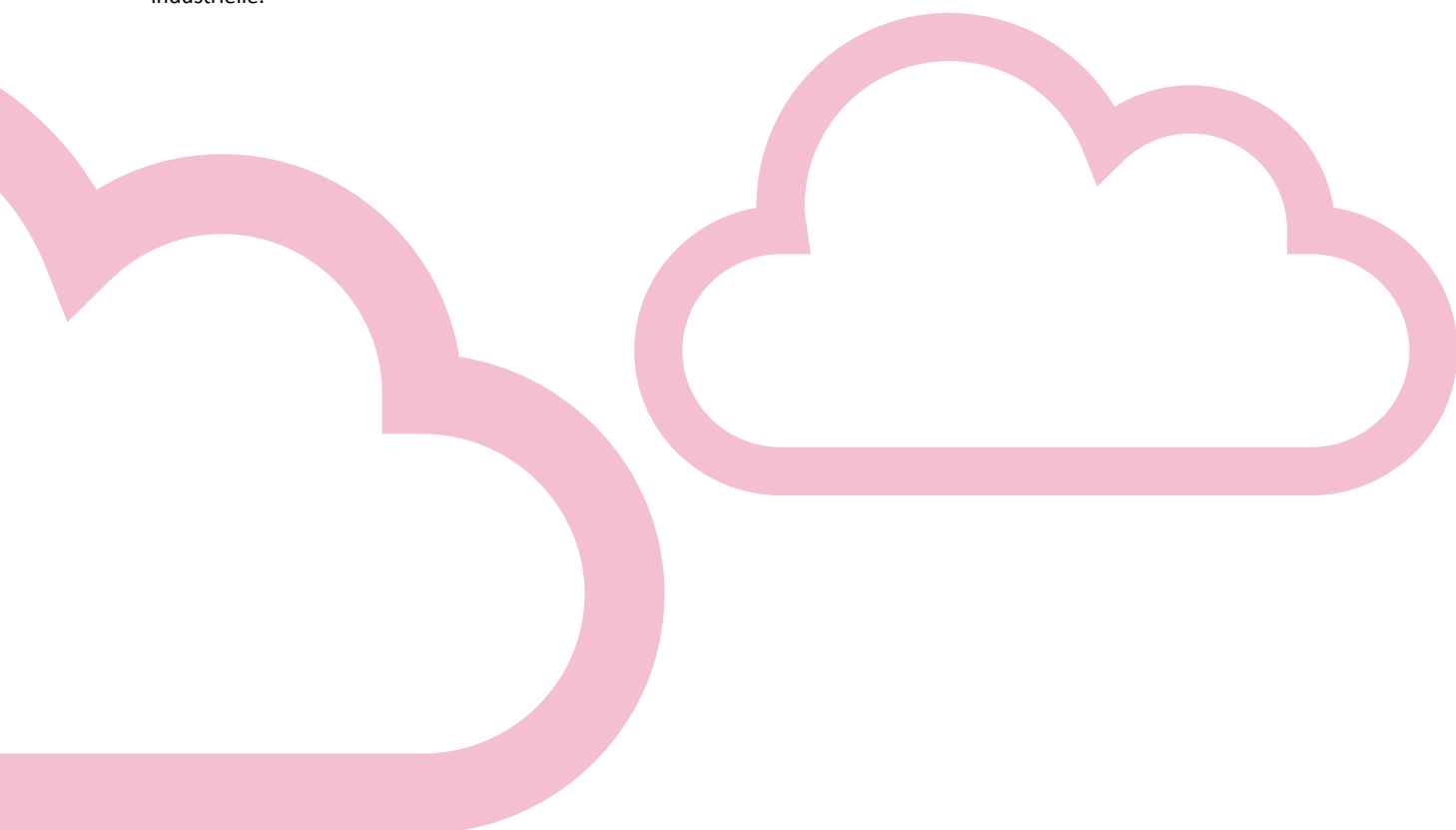
PaaS : service du cloud computing fournissant au client l'infrastructure informatique et les applications middlewares.

PRA : Le Plan de Reprise d'Activité (PRA) permet de garantir la protection des données informatiques d'une entreprise en cas de sinistre.

Runtime : logiciel responsable de l'exécution des programmes informatiques écrits dans un langage de programmation donné.

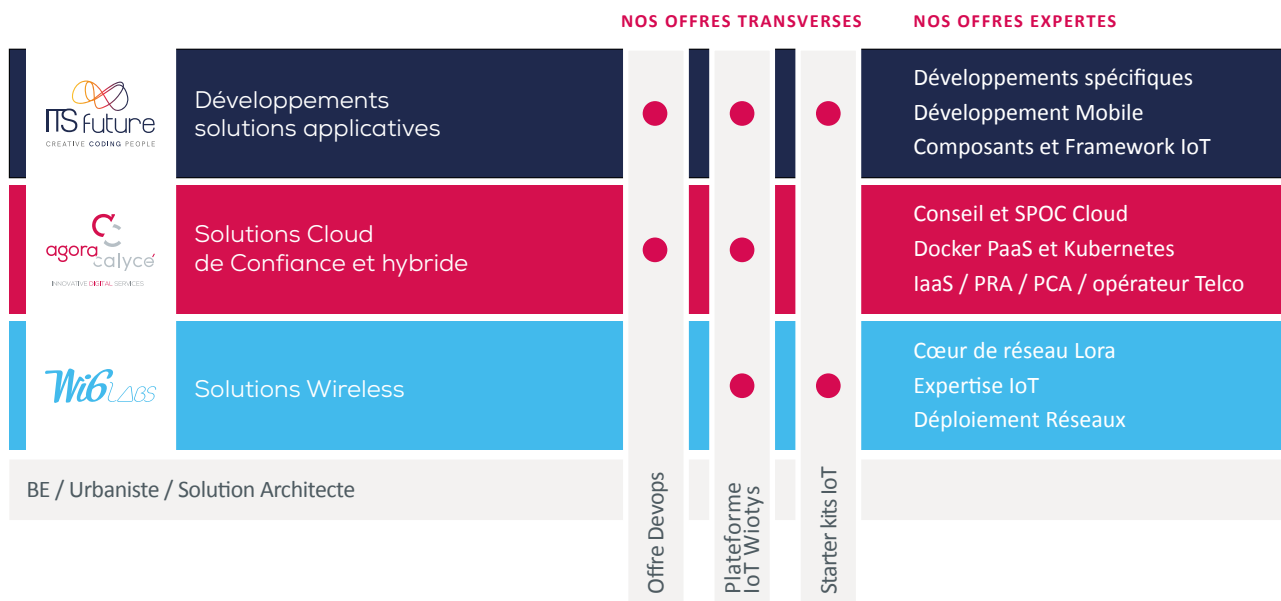
SaaS : service du cloud computing fournissant au client l'infrastructure informatique, les applications middlewares ainsi que le logiciel ou l'application.

VM : une machine virtuelle (VM) est une émulation d'une infrastructure logicielle créée et gérée par un logiciel spécifique nommé hyperviseur.



Le groupe **E'nergys** & son Pôle Numérique

Sociétés du numérique nous sommes des fournisseurs de composants experts, sur mesure mais réutilisables. Nous travaillons pour des clients directs tout en étant créateurs de valeurs pour les sociétés de notre groupe Socomec et E'nergys.



Nous offrons **une chaîne de valeur complète** autour des technologies du Cloud, des réseaux, de l'IoT, du développement d'applications et de la gestion de la donnée tout en garantissant une interopérabilité simple et lisible avec les systèmes d'information existants de nos clients.

Expertises Technologiques : les services cloud (souverains / hybrides), l'IoT, l'IloT et les réseaux IoT, l'intégration / interopérabilité avec les composants d'un SI, la conduite de projet de bout en bout, le conseil en architecture complexe, la sécurité du SI, la valorisation de la data.

Verticaux Métiers : Solutions de supervision des consommations d'eau, de supervision et d'optimisation des performances énergétiques. Solutions e-commerce élastiques (scalable),...



E'nergys réunit et combine les savoir-faire des spécialistes de l'énergie, de l'eau et du digital pour accélérer notre performance environnementale. E'nergys est une des deux branches du groupe Socomec, groupe industriel indépendant.

4 PÔLES D'EXPERTISE





e'nergys

SUSTAINABLE & DIGITAL
SOLUTIONS

