



Cigref
RÉUSSIR
LE NUMÉRIQUE

Cigref

Stratégies de migration du SI dans le cloud

Une aventure stratégique pour l'entreprise

Novembre 2021

Stratégies de migration du SI dans le cloud

Une aventure stratégique pour l'entreprise



Droit de propriété intellectuelle

Toutes les publications du Cigref sont mises gratuitement à la disposition du plus grand nombre mais restent protégées par les lois en vigueur sur la propriété intellectuelle.

ÉDITO

Aujourd'hui, la « migration dans le cloud » se trouve à un point d'inflexion majeur. En effet, toutes les entreprises y sont déjà entrées d'une façon ou d'une autre que ce soit par des démarches volontaristes (une migration de patrimoine) ou par l'usage croissant de services hébergés dans le cloud (SaaS notamment). Mais il y a consensus sur un point : il s'agit bien d'une transformation technologique, organisationnelle et financière, aux nombreuses conséquences pour les systèmes d'information.

Faire le choix du cloud est une décision stratégique cruciale. Beaucoup d'éléments convergent actuellement avec un marché qui se développe fortement, des services de plus en plus matures, des standards techniques, des intégrateurs équipés... Le groupe de travail du Cigref a identifié de multiples motivations pour aller dans le cloud : répondre aux fortes attentes des métiers, accélérer le time-to-market, réduire la dette technique, favoriser l'agilité, le passage à l'échelle, refondre les méthodes de travail. Il y a aussi des freins : le budget de migration et les bénéfices mesurables, les ressources humaines nécessaires, l'incertitude quant aux conséquences de long terme, la sécurité, ...

Il faut aborder cette phase de migration de façon proactive pour ne pas la subir car c'est une « petite » révolution qui bouscule tous les métiers, les organisations, les compétences, les modèles d'affaires ainsi que les modes de travail des équipes de production, d'infrastructure et réseau et de développement.

Chaque entreprise est un cas particulier et il n'y a pas un seul modèle de migration. Les réponses aux nombreux questionnements que rencontrent les entreprises ne sont pas encore évidentes.

Bien qu'il faille admettre que la maturité technique est là et qu'il y ait peu de doute sur l'exigence « cloud ready / cloud native » pour les nouvelles solutions développées ou intégrées par nos entreprises, il n'en reste pas moins que, pour le patrimoine existant souvent encore hébergé sur des infrastructures et des datacenters propriétaires, le chemin à parcourir est un challenge depuis la conception jusqu'à l'exécution complète et couronnée de succès économique et de performance.

En raison de leur SI historique, la plupart des grandes entreprises sont de fait dans des stratégies hybrides. Pour bénéficier des technologies cloud, elles peuvent choisir de constituer et de gérer leur propre cloud privé ou de sélectionner un cloud privé externalisé (managé par des prestataires), ou de migrer dans le cloud public.

La question qui se pose est de savoir pour quels bénéfices et comment y aller. Il faut choisir le périmètre (applications et données) et la nature de la migration applicative à effectuer.

Le groupe de travail a noté un important écart entre la facilité d'exécution promise par l'écosystème, et notamment les fournisseurs, et la réalité d'implémentation pour les grandes entreprises et administrations françaises. Chaque entreprise doit concevoir sa propre trajectoire en fonction de sa culture, son patrimoine, ses enjeux, ses moyens. Elle est unique avec une arborescence complexe de choix. Les risques sont critiques durant la migration : si le « pourquoi ? » précède le « comment ? », c'est parce qu'il faut comprendre et justifier le « pourquoi » pour optimiser le « comment ».

Parmi les choix à effectuer, se pose celui des partenaires technologiques et des modalités technologiques, commerciales, juridiques et contractuelles qu'ils proposent. Ce choix des fournisseurs est stratégique et structurant pour les organisations. L'aspiration à être indépendant des fournisseurs de cloud demeure, et la possibilité de pouvoir passer d'un hyperscaler à l'autre reste un objectif. Dans le cadre du groupe de travail, cette ambition n'apparaît pas comme la première priorité car il faut d'abord migrer dans le cloud. Il faut aussi se préparer à l'arrivée de solutions « souveraines » proposées

désormais par les hyperscalers associés à des partenaires technologiques européens, et des offres de cloud de confiance en Europe.

Bref, autant de sujets que notre groupe de travail a souhaité aborder. Nous considérons qu'il y a lieu de le prolonger car ces projets de migration se poursuivent et vont bientôt livrer bien des enseignements.

Pour conclure, nous souhaitons remercier tous les intervenants et les participants qui ont animé cette réflexion collective. Nous vous souhaitons une bonne lecture de ce document qui présente donc les conclusions du groupe de travail que nous avons co-piloté cette année !

**Jean-Christophe LALANNE, EVP IT d'Air France KLM, et Stéphane ROUSSEAU, DSI d'Eiffage,
co-pilotes du groupe de travail**

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à **Jean-Christophe LALANNE, EVP IT d’Air France KLM, et Stéphane ROUSSEAU, DSI d’Eiffage**, qui ont piloté cette réflexion, ainsi qu’à toutes les personnes qui ont participé et contribué à ce groupe de travail Cigref :

Irinel BETA – GROUPE ADP	Mehmet KARATEPE - ENEDIS
Abla BEZAI – MICHELIN	Youssef KILANY – GIP MDS
Marc BONNET – BIOMÉRIEUX	Denis LACROIX – AMADEUS
Emmanuel BOUST – BANQUE DE FRANCE	Hervé LAGASSIE – BPCE
Olivier CAIL – MAISADOUR	Jean-Louis LARGERON – SNCF
Claudio CIMELLI – MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA JEUNESSE	François LE GAC – AIRBUS
David CHALLUT – GEODIS INTERSERVICES	Laurent LE SAOUT – ENEDIS
Tanguy DEFLANDRE – BANQUE DE FRANCE	Sébastien MARIE – MATMUT
Sébastien DESWEZ – GROUPAMA	Céline MASSY – CEA
Valéry DHEZ – LEGRAND	Fabrice MENIN – AIR FRANCE KLM
Florian DIEM – GEODIS INTERSERVICES	Hélène MONIN – SYSTÈME U
Alexandre FERNANDES – BPCE	Hervé MORTREUX – VIRBAC
Marc FERNANDEZ – ORANGE	Aliou NDOYE – BOLLORE
Yvan FOULARD – NEXTER GROUP	David QUANTIN – MATMUT
Thibaud FRANIATTE – SYSTÈME U	Charles ROGIER – AMADEUS
Thierry FRAUDET – MICHELIN	Nicolas ROLLAND – SODEXO
Christophe GAUDIN – ICADE	Patrick SANCIER – SODEXO
Patrick GERVAIS – EDF	Marc-Michel STACK – BNP PARIBAS
Lionel GOUZY – POLE EMPLOI	Mathieu SEDIRI – AIR FRANCE KLM
Dominique GUIFFARD – GROUPE SAVENCIA	Pascal SOUDANT – TOTALENERGIES
Olivier GUILLEMINOT – NEXANS	Bruno VERLEENE – MSA
Nadine HAPPE – AMUNDI	Olivier VOISIN – GEODIS

Nous remercions également vivement tous les intervenants qui ont apporté beaucoup de matière à ce travail (ordre alphabétique) :

- Yves BERNART, *Accenture Technology Europe CEO*, et Cédric LE YEUC'H, *Head of Cloud Infrastructure and Engineering for France and Benelux Cloud First Gallia*, Accenture
- Noël CAVALIERE, Responsable de la stratégie et de l'architecture technique, Stellantis
- Patrick GERVAIS, Responsable stratégie cloud, EDF
- Nadia HAMRI, *Move to Cloud sub-program lead*, BNP Paribas
- Denis LACROIX, *SVP Cloud transformation program*, Amadeus
- Hélène MONIN, Directeur de la Transformation SI, Système U
- Marc PICHOURON, *Head of GIO*, en charge des infrastructures, Air Liquide
- Nicolas ROLLAND, *Global CTO*, et Patrick SANCIER, *Infrastructure & Operations VP*, Sodexo

Ce document a été rédigé par Clara MORLIÈRE, Chargée de mission sénior au Cigref, avec la contribution des pilotes et de l'équipe des permanents du Cigref.

TABLE DES MATIÈRES

ÉDITO	1
SYNTHÈSE	4
INTRODUCTION	5
Quelques définitions.....	5
Contexte actuel.....	6
Enjeux du groupe de travail.....	6
1. POURQUOI ALLER DANS LE CLOUD ?	8
1.1 Multiples motivations pour les organisations	8
1.2 Mutation stratégique des organisations	9
1.3 Quelques freins identifiés.....	9
2 COMMENT ALLER DANS LE CLOUD ?	10
2.1 Plusieurs stratégies possibles	10
2.1.1 Dichotomie Applications versus Données	11
2.1.2 Stratégie de cloud hybride	12
2.1.3 Enjeux du multicloud	14
2.2 Migration applicative.....	15
2.2.1 Grandes étapes de la migration applicative	15
2.2.2 Options de transformation du parc applicatif	15
3 CE QUE PERMET AUSSI LA MIGRATION	17
3.1 Cartographier son parc applicatif	17
3.2 Traiter la dette technique du SI	17
3.3 Sécuriser son système d'information	18
3.4 Autres impacts de la migration dans le cloud	18
4 PERFORMANCE ECONOMIQUE ET SUIVI FINANCIER DU PASSAGE AU CLOUD	19
4.1 Performance économique de la migration.....	19
4.2 Suivi financier du passage dans le cloud	21
4.3 Mise en place d'une démarche FinOps	22
5 REORGANISATION ET MUTATION DES EQUIPES IT	23
5.1 <i>Onboarding</i> du Top Management et accompagnement au changement.....	23
5.2 Stratégie de recrutement et de formation	23
5.3 Structure de pilotage du programme cloud	24
5.4 Nouvelles compétences et nouveaux métiers	25
5.5 Responsabilisation des équipes de développement et de production	26
5.6 A la recherche d'une organisation FinOps optimale	26
6 GESTION DE PLUS EN PLUS COMPLEXE DES FOURNISSEURS	27
6.1 Choix stratégique des fournisseurs de cloud.....	27
6.2 Négociations avec les <i>hyperscalers</i>	29
6.3 Implémentation avec les <i>hyperscalers</i> et les intégrateurs	30
CONCLUSION ET PERSPECTIVES - QUESTIONS OUVERTES	31
BIBLIOGRAPHIE	32

RETOURS D'EXPERIENCES.....	33
Retour d'expérience d'Amadeus	33
Retour d'expérience d'Air Liquide	34
Retour d'expérience de Sodexo	35
Retour d'expérience de Stellantis*	36
Retour d'expérience de Système U	37

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : CLOUD HYBRIDE ET MULTICLOUD	10
FIGURE 2 : ARBORESCENCE DE DECISIONS POSSIBLES	11
FIGURE 3 : NIVEAU DE BENEFICES REALISES EN FONCTION DES CHOIX DE MIGRATION APPLICATIVE	16
FIGURE 4 : ORGANISATION D'UN CENTRE DE COMPETENCE CLOUD	24

SYNTHÈSE

Le cloud n'est plus un simple sous-domaine parmi d'autres du secteur numérique, il est désormais celui qui commande tous les autres. Le cloud offre des avantages en termes de flexibilité, d'efficacité, de sécurité et d'évolutivité. Tous les champs de l'innovation numérique - intelligence artificielle, IoT, *edge computing*, industrie 4.0 - se cultivent aujourd'hui dans les environnements mis à disposition par le cloud. Ce dernier va devenir le socle incontournable pour les systèmes d'information des entreprises et des administrations publiques dans les prochaines années.

Les grandes entreprises et administrations publiques sont donc actuellement dans une période de transition. Le groupe de travail du Cigref estime que, dans 5 ans, la plupart des entreprises seront passées dans le cloud. Plusieurs aspects sont en faveur de cette adoption : rapidité de l'innovation, cybersécurité, globalisation, obsolescence technique, passage à l'échelle, exigence environnementale...

La plupart des entreprises évoque que la transformation vers le cloud est d'abord envisagée pour des enjeux *business* (agilité, *time-to-market*, technologie, méthode). La migration vers le cloud est également une opportunité d'aborder des enjeux technologiques, et en particulier de cartographier son parc applicatif, de traiter une partie de la dette technique, de mieux sécuriser son système d'information et d'optimiser son réseau.

Néanmoins, il existe une réelle difficulté à estimer, évaluer et assurer le suivi financier du programme de transformation vers le cloud puis ensuite, le suivi de la consommation des services cloud. Le cloud suppose un modèle financier radicalement différent de l'investissement traditionnel du *datacenter*, modèle qui ne se pilote pas de la même façon. La finalisation du *business case* pour aller vers le cloud est un vrai enjeu. Les apports du cloud en termes de réactivité et de *time-to-market* sont difficilement mesurés financièrement. De plus, la consommation des services peut devenir rapidement très conséquente et complexe à comprendre, rendant nécessaire la mise en place d'une démarche FinOps. Globalement, l'écosystème manque collectivement encore de recul sur le succès et les gains économiques obtenus par la migration.

La transformation engendrée par la migration dans le cloud bouscule également les organisations. Cela exige une réflexion sur l'appropriation progressive des enjeux, opportunités et défis par les équipes et sur la réorganisation des activités des directions numériques. Les entreprises membres du Cigref observent le besoin de nouveaux métiers et de nouvelles compétences. Elles anticipent ainsi une mutation profonde du fonctionnement des équipes IT sur le moyen terme.

De plus, le choix de migration vers le cloud et ses modalités sont structurants pour les systèmes d'information. Connaître les partenaires et fournisseurs technologiques est nécessaire afin de pouvoir faire des choix éclairés. Il faut trouver l'équilibre entre les avantages et gains apportés, et les risques et impacts de nature économique, juridique et technologique que ce choix, notamment de partenaires, engendre pour les organisations.

Enfin, cette transformation s'accompagne du développement de nouvelles manières de travailler basées notamment sur une démarche de *test & learn*. Les entreprises doivent passer par un changement d'état d'esprit et un long apprentissage pour aborder tous les questionnements et dimensions du cloud. C'est pourquoi elles ont particulièrement besoin d'apprendre des expériences des uns et des autres.

Ce groupe de travail démontre que les trajectoires de migration vers le cloud sont multiples, avec de nombreuses lignes de départ et d'arrivée. Ce rapport propose de revoir les grandes questions que se posent actuellement les organisations membres du Cigref sur la migration du SI existant vers le cloud.

INTRODUCTION

QUELQUES DEFINITIONS

Un cloud est au départ une solution technologique, mais sa définition dépend avant tout de l'usage qu'on en fait. Certains auront une compréhension « service » du cloud, et d'autres l'aborderont par le prisme « technologique ». Les premiers penseront « applications et services utilisateurs » ; pour les seconds, ce sera « infrastructures et *datacenters* ». Les deux sont évidemment liés, mais l'usage, les clients et les compétences requises sont différents.

Le cloud est l'accès via un réseau de télécommunication, à la demande et en libre-service, à des ressources informatiques partagées et configurables. Le cloud offre de la puissance informatique pour industrialiser, standardiser et faire des économies d'échelle par la mutualisation des ressources de stockage et de calcul. Le cloud permet aussi de mutualiser la maintenance des systèmes, tout en faisant bénéficier l'entreprise de la facturation à l'usage. Cela participe à l'optimisation des ressources et des coûts, et contribue à la concentration des équipes IT sur des tâches à valeur ajoutée.

Dans le rapport du Cigref de 2015¹, le Cigref définit quatre fondamentaux pour le cloud :

1. Un cloud est toujours un espace virtuel, lequel peut être sur un ou plusieurs supports physiques,
2. Contenant des informations qui sont fragmentées,
3. Dont les fragments sont dupliqués et répartis (ou distribués) dans cet espace virtuel,
4. Qui possède une « console (ou programme) de restitution » permettant de reconstituer l'information.

La proposition de services cloud sur mesure facilite la prise en main, l'utilisation, et l'évolution des infrastructures ou des applications par l'utilisateur ainsi que l'adoption de solutions standards par le mode SaaS. L'architecture du SI devient alors plus flexible et résiliente et permet également de délivrer des services « agiles » (« *Business as a Service* »), et donc d'innover et de s'ouvrir plus facilement à leur écosystème.

Dans le cadre de ce document, tentons de clarifier succinctement quelques termes utilisés :

- **Datacenter** (plus largement utilisé que le mot français « centre informatique » ou « centre de données ») : site physique regroupant des installations informatiques (serveurs, routeurs, commutateurs, disques durs, ...) chargées de stocker et de distribuer des données, à travers un réseau interne ou via un accès Internet, d'une ou plusieurs entreprises ;
- **Sur site** ou en anglais *on-premise* : utilisation des matériels informatiques de l'entreprise pour ses propres systèmes et applications ;
- **Cloud privé interne** : mise en place des technologies cloud dans une infrastructure dont l'entreprise a le contrôle, que ce soit dans les *datacenters* de l'entreprise ou dans un *datacenter* colocalisé (« *outside in* ») ;
- **Cloud privé externalisé** : utilisation de technologies cloud mises à disposition par un fournisseur sans mutualisation des serveurs entre clients ;
- **Cloud public** : utilisation des technologies cloud mises à disposition par un fournisseur, qui offre des ressources mutualisées et standardisées quasi infinies et dans le monde entier ;

¹ Rapport Cigref : Réalité du cloud dans les grandes entreprises, 2015, <https://www.cigref.fr/rapport-cigref-la-realite-du-cloud-dans-les-grandes-entreprises>

- **Cloud de confiance** : utilisation de technologies cloud qui répondent à des exigences techniques, technologiques, juridiques, de contrôle, de sécurité, de réversibilité, de portabilité, d'interopérabilité et de transparence imposées par le marché et les pouvoirs publics (cf. Référentiel du cloud de confiance du Cigref²) ;
- **Cloud hybride** : utilisation de plusieurs ressources cloud, interne et externe, privé et public ;
- **Multicloud** : utilisation coordonnée de plusieurs fournisseurs de cloud public, selon les besoins et usages.

CONTEXTE ACTUEL

Le cloud n'est plus un simple sous-domaine parmi d'autres du secteur numérique. Il est désormais celui qui commande tous les autres et va devenir le socle incontournable pour les systèmes d'information des entreprises et des administrations publiques.

Les grandes entreprises semblent globalement avoir commencé l'utilisation de cloud public ou privé dans les années 2012-2014. En 2017, une nouvelle vague d'entreprises s'est emparée du sujet. Aujourd'hui, toutes ont des projets et s'interroge sur le passage à l'échelle de tout ou partie du SI existant.

Avant la crise, le cabinet Gartner envisageait une augmentation des revenus du secteur du cloud de 17 % en 2020. Le développement croissant de l'usage par les outils collaboratifs, accéléré pendant la crise Covid-19, va probablement augmenter l'adoption du SaaS, solution intégrée exploitée dans le cloud, mais aussi des services d'infrastructure (PaaS et IaaS) en fonction des besoins des organisations. Le marché du cloud est en pleine croissance avec l'implication de nombreux acteurs sur les différentes expertises nécessaires à la migration et à l'adoption du cloud. Toujours d'après Gartner, la valeur apportée par le cloud et les raisons qui poussent les entreprises à l'adopter devraient se maintenir sur le long terme.

La crise Covid-19 a révélé le grand besoin de flexibilité dans les coûts de « run » IT. Les entreprises ayant déjà migré une grande partie de leurs actifs logiciels ont montré une plus grande résilience face à ce besoin de flexibilité et de passage à l'échelle, notamment dans le cadre du travail à distance généralisé. La maturité technique de ces solutions a été prouvée sur une grande envergure opérationnelle grâce à de nombreux développements sur les technologies cloud ces dernières années. La crise a également mis en évidence le besoin de variabilisation des coûts en fonction des besoins à un instant T : le cloud prétend y contribuer grâce au paiement à l'usage. Néanmoins, de nombreux retours ont fait état d'un minimum d'engagement par les clients pour avoir accès à des tarifs attractifs.

ENJEUX DU GROUPE DE TRAVAIL

Aujourd'hui, la migration dans le cloud est une transformation technologique, organisationnelle et financière, aux nombreux impacts sur les systèmes d'information des entreprises. Ces dernières se posent de nombreuses questions sur la façon d'aborder cette décision et les conséquences des choix qu'imposent le cloud.

La plupart des entreprises sont déjà en partie dans le cloud, à travers de multiples services, à commencer par la visioconférence, et de plus en plus la messagerie et les outils collaboratifs. Outre le choix de solutions directement dans le cloud en SaaS, les entreprises se lancent aussi dans la transformation de leur parc informatique en utilisant les couches IaaS et PaaS. Cela amène donc de nouvelles complexités et situations à gérer.

² Référentiel du cloud de confiance du Cigref, 2021 : <https://www.cigref.fr/le-cigref-publie-son-referentiel-du-cloud-de-confiance>

C'est pourquoi le Cigref a mis en place un groupe de travail (GT) sur le sujet afin de partager les constats, réflexions, et questionnements entre équipes de la DSI. Ce groupe s'est intéressé à la migration de tout ou partie du parc informatique, et particulièrement du SI existant (souvent appelé *legacy*), des grandes organisations dans le cloud. Nous avons cherché à comprendre les enjeux et risques que présente le chemin à parcourir entre la situation actuelle - avec des infrastructures *on-premise* - et la situation souhaitée par l'entreprise dans le cloud. Cela concerne la migration des plateformes de développement et du parc d'applications propres ou tierces vers le cloud qu'il soit interne, externalisé ou public.

Il a été choisi de ne pas traiter les enjeux autour des données, de l'outil industriel, et peu ceux engendrés par le SaaS. En effet, le choix du SaaS est d'abord piloté par les directions métiers. Les options sont également très dépendantes de chaque fournisseur, avec les opportunités et les difficultés évoquées par le Cigref depuis plusieurs années (via son Club Relations fournisseurs notamment). Il faut noter aussi que le SaaS est de plus en plus la seule proposition des éditeurs pour leurs solutions, car ils ne maintiennent plus leurs solutions *on-premise*.

L'objectif de ce rapport est de proposer une vision de la migration dans le cloud des SI de gestion existants à travers la synthèse des témoignages d'organisations membres du Cigref. Il s'adresse donc principalement aux DSI et aux équipes de la DSI envisageant une stratégie cloud. Il intéressera plus largement toute personne souhaitant connaître l'état des lieux global de cette problématique dans les grands groupes français.

1. POURQUOI ALLER DANS LE CLOUD ?

1.1 MULTIPLES MOTIVATIONS POUR LES ORGANISATIONS

Les organisations représentées au sein du groupe de travail citent en général une triple opportunité pour aller dans le cloud : commerciale, sécuritaire et de réduction de l'obsolescence. Les gains financiers étant difficiles à démontrer (cf. chapitre 7), la migration dans le cloud se justifie par d'autres enjeux plus stratégiques.

Voici la liste des principales motivations pour aller dans le cloud :

- Répondre aux nouveaux enjeux *business* et à la pression des directions métiers ;
- Gagner en agilité, réactivité, flexibilité et *time-to-market*, déploiement à l'échelle ;
- Bénéficier des nouvelles technologies, services packagés et notamment pour les données ;
- Obtenir une couverture mondiale et une réplication géographique ;
- Harmoniser et centraliser des systèmes permettant des économies d'échelle ;
- Sécuriser ses systèmes d'information ;
- Réduire la dette technique par l'utilisation des services managés et d'outils d'automatisation proposés par les fournisseurs cloud ;
- Rationaliser ses *datacenters* et ses infrastructures ;
- S'adapter à une variabilité du business (pics et creux d'activité) ;
- Promouvoir de nouvelles méthodes de travail des équipes IT agiles ;
- Bâtir des *business plateformes*³ et ouvrir des potentialités d'innovation.

Cette stratégie a des impacts qui seront détaillés dans le rapport :

- Valoriser les solutions financièrement et optimiser les coûts IT ;
- Profiter des opportunités technologiques permettant notamment de faire un grand inventaire SI ;
- Rendre autonome les équipes de développement pour la configuration des environnements et pour les mises en production ;
- Développer la stratégie d'hébergement futur de l'organisation (avenir du *datacenter* interne et du cloud privé) ;
- Faire évoluer les topologies de réseaux : abandon du MPLS, déploiement du SD-Wan, stratégie de *Zero Trust*.

³ Rapport Cigref : Nouvelles stratégies de plateforme, décembre 2019, <https://www.cigref.fr/nouvelles-strategies-de-plateforme-strategie-conception-mises-en-oeuvre>

1.2 MUTATION STRATEGIQUE DES ORGANISATIONS

Le choix de la migration vers le cloud est une transformation stratégique où « revenir en arrière » est très complexe. C'est pourquoi la prise de conscience et la compréhension de l'ensemble de l'organisation sont une nécessité. Ce choix doit être compris et soutenu par le top management et les directions métiers. Il faut un minimum de maturité pour y aller, or une entreprise ne peut « acheter sa maturité ».

La migration dans le cloud induit de nombreuses mutations très significatives, que ce soit au niveau de la gouvernance, de l'architecture, de l'organisation, qui nécessitent des coûts de transformation importants et requièrent du temps de préparation et d'adaptation. C'est un programme qui s'inscrit dans le temps. Pourtant, la rapidité d'exécution de certaines étapes de la migration est importante pour obtenir les gains souhaités.

Il faut donc trouver le bon équilibre pour chaque organisation. La migration dans le cloud de chaque entreprise est un cas unique, du fait de l'historique organisationnel et de son parc applicatif. Il n'y a pas de modèle de migration « *one size fit all* ».

1.3 QUELQUES FREINS IDENTIFIES

Plusieurs freins - qui peuvent se transformer en obstacles - ne permettent pas la pleine adoption du cloud par les organisations. La question de la garantie et de la protection des actifs et des données tant d'un point de vue juridique que technique fait partie des principales préoccupations.

Parmi les principaux freins et obstacles identifiés dans le groupe de travail :

- Compréhension des dirigeants des enjeux du cloud ;
- Exigences réglementaires (OIV) ;
- Exposition aux lois extraterritoriales lors du choix d'un fournisseur international ;
- Confidentialité des données de l'entreprise ;
- Protection des secrets technologiques et industriels ;
- Performance économique attendue ;
- Cloudification des systèmes critiques (ex : SI industriel) ;
- Investissement nécessaire (temps, moyens, ressources) pour des gains encore à démontrer ;
- Arbitrage et priorisation des projets ;
- Déséquilibre dans les relations avec certains grands fournisseurs ;
- Maturité interne de l'organisation : ressources humaines, compétences.

Il s'agit d'anticiper et d'évaluer les risques face aux enjeux d'autonomie stratégique. De plus, le processus complexe de migration peut être un facteur bloquant du déploiement. Par ailleurs, il faut naviguer dans un écosystème qui se cherche et qui évolue. Enfin, les retours d'expérience montrent la complexité de la cloudification des systèmes critiques, qui semble, pour certains participants, être vraiment nouveau, y compris pour les *hyperscalers*.

Tous ces éléments sont à prendre en considération dans la stratégie et les choix de migration en fonction des risques qu'ils engendrent pour chaque organisation.

Ainsi, dans certaines entreprises, le *datacenter* peut être opéré seulement par des collaborateurs internes pour assurer le contrôle de la sécurité, la protection du savoir-faire « cœur de métier » et de la propriété intellectuelle.

2 COMMENT ALLER DANS LE CLOUD ?

2.1 PLUSIEURS STRATEGIES POSSIBLES

La plupart des organisations membres du Cigref abordent la migration en utilisant plusieurs ressources de cloud, interne et externe, privé et public (appelé cloud hybride – cf.1) et en utilisant plusieurs fournisseurs de cloud public, de façon coordonnée, selon les besoins et usages (dit multicloud – cf.2) :

- 1) D'une part, les organisations accroissent leur utilisation des services cloud par une stratégie d'achat de solutions cloud et/ou par la migration du parc applicatif existant (par « *lift & shift* » et/ou modernisation applicative). Le SI existant (ou *legacy*, souvent dans les centres de données des entreprises ou de leurs prestataires) et les applications maintenues dans les clouds privés côtoient ainsi les services hébergés dans le cloud public.
- 2) D'autre part, elles choisissent souvent de s'adosser aux compétences de plusieurs fournisseurs de services cloud, afin de bénéficier des services les plus performants et compétitifs du marché et limiter leur enfermement auprès d'un seul fournisseur technologique par la mise en concurrence.

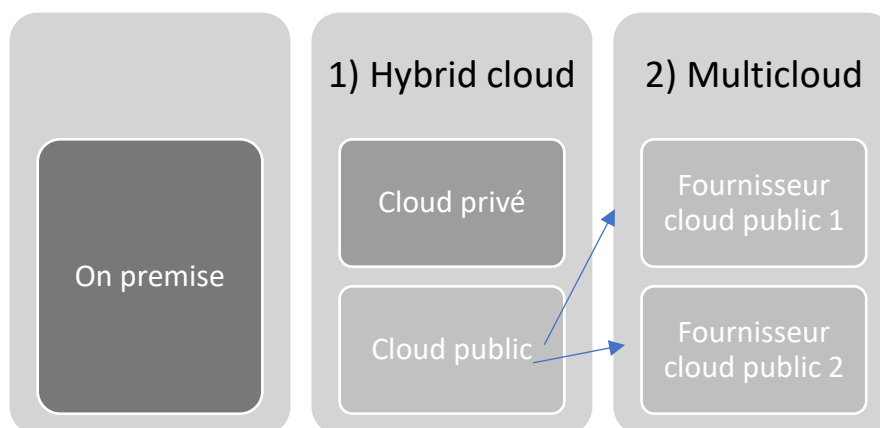


Figure 1 : Cloud hybride et multicloud
Source : GT Cigref

Une fois les raisons de migration dans le cloud identifiées, la DSI suit un certain nombre d'étapes incluant une cartographie des applications, le choix de la méthode de migration, l'utilisation de critères de « *cloud-readiness* » ainsi que la négociation d'un type de partenariat et de contractualisation avec le ou les fournisseurs.

La migration dans le cloud exige d'effectuer d'importants choix stratégiques. Il s'agit tout d'abord de décider du périmètre de la migration : soit des applications, soit des données. Dans les applications, on distingue : les applications SaaS qui sont achetées clés en main, et les applications à migrer dans les environnements clouds (IaaS ou PaaS), la migration de ces dernières étant l'objet de ce rapport.

Il faut définir l'hébergement de destination, sélectionner le fournisseur le plus adapté quand l'entreprise ne développe pas son cloud interne elle-même. Les options d'hébergement peuvent être d'utiliser des technologies cloud dans le *datacenter* propre de l'entreprise ou de son prestataire, de migrer vers un cloud privé ou alors vers le cloud public.

Une fois, le périmètre et l'hébergement décidés, l'entreprise doit choisir la « situation future » de chaque application sur cette nouvelle destination, c'est-à-dire effectuer un choix parmi les différentes options de transformation applicative (cf. partie [2.2 Migration applicative](#)), et l'horizon de temps dans lequel chaque application sera transformée.

Ces décisions doivent prendre en compte de nombreux paramètres : enjeux stratégiques, compétences internes, état du parc applicatif, exigences environnementales, ... Chaque entreprise établit donc généralement une arborescence de décision et une grille d'évaluation des applications pour déterminer ce qu'elles vont devenir et mettre en place une feuille de route priorisée de la migration applicative (cf. figure ci-après).

Il y a un écart très important entre les promesses de la « facilité d'exécution » et la réalité.

De façon très générale, non exhaustive, on peut représenter cette arborescence simplifiée ainsi :

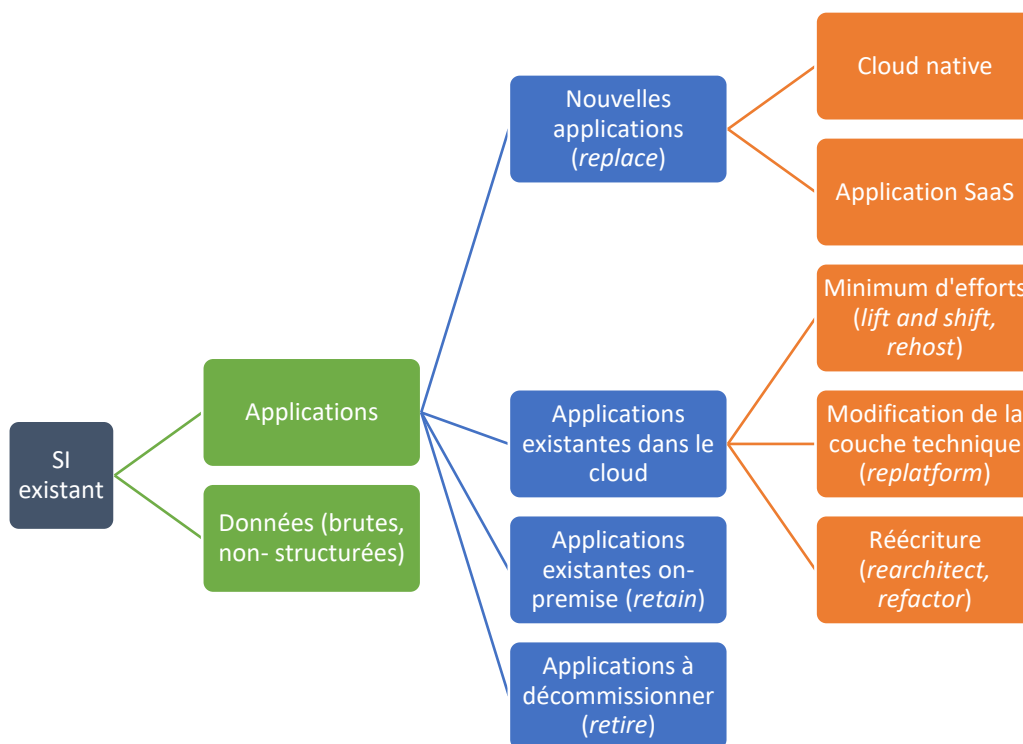


Figure 2 : Arborescence de décisions possibles
Source : GT Cigref

2.1.1 Dichotomie Applications versus Données

Le groupe de travail a noté une claire distinction entre la prise en charge des applications d'un côté, et de l'autre des données brutes non structurées (matière première, volumétrie), qui ne sont pas créées ou intégrées dans une application. Les enjeux, les motivations et l'investissement sont de nature très différente.

Cette différence entre applications / données se retrouve alors dans les choix stratégiques et nécessite une gouvernance globale des données. Le choix même des fournisseurs est motivé par des raisons distinctes (cf. chapitre Gestion de plus en plus complexe des fournisseurs) et cette différence peut permettre une forme de multicloud dans les entreprises.

Il semble que le choix de migrer ses données dans le cloud relève d'abord et surtout d'enjeux *business*, avec pour objectif premier de tirer pleinement parti de toutes les possibilités de traitement. Les entreprises choisissent alors généralement de mettre en place de grands entrepôts de données utilisant des solutions *open source* sur le cloud. L'utilisation du cloud pour y stocker et traiter les données est tout de même liée aux choix que l'entreprise va faire pour ses applications. La migration des applications dans le cloud y emmène les données structurées que les entreprises souhaitent aussi croisées avec les données non structurées.

On se retrouve alors dans un contexte où la donnée est partout, dispersée et répliquée à plusieurs endroits, pouvant créer de véritables « *data swamp* » (marécages de données). Cette situation rend très complexe le traitement et le croisement de toutes les données, et le travail d'analyse (*data analytics*). Ce sujet, bien qu'éminemment important, n'a pas été traité en tant que tel dans le groupe de travail.

2.1.2 Stratégie de cloud hybride

La plupart des grandes entreprises sont de fait dans des stratégies pour mettre en place un cloud hybride, en raison de leur SI existant dans leur *datacenter* historique, propriétaire ou loué.

Beaucoup d'entreprises ont commencé leur voyage dans le cloud par l'utilisation d'un cloud privé externalisé. Certaines ont fait le choix d'aller directement dans le cloud public mais elles étaient peu nombreuses au début des années 2013. Plusieurs gèrent actuellement l'équilibre entre le maintien de leurs actifs dans le cloud privé et leur souhait d'augmenter leur utilisation du cloud public. Il reste des entreprises qui ont encore très peu d'informatique utilisant les technologies cloud. Quelques administrations ou entreprises soumises à des réglementations spécifiques ont constitué leur propre cloud privé sur des infrastructures propriétaires.

Aujourd'hui, nombre d'entreprises reconnaissent qu'il est de plus en plus « facile » de migrer leur parc applicatif dans le cloud public. Les offres du marché surmontent progressivement les obstacles initialement identifiés au niveau de la sécurité, de la protection des données dont le contrôle de la propriété intellectuelle, et des compétences.

Pour une organisation ayant choisi de migrer dans le cloud public, il y a un consensus pour considérer que le développement de toutes les nouvelles applications se fera nativement dans le cloud public sauf contraintes spécifiques (techniques, financières, de confidentialité).

A l'inverse, certaines DSI ne souhaitent pas redévelopper leur SI existant non « *cloud ready* » (*legacy*), il restera donc un résiduel plus ou moins important selon les entreprises et leur choix stratégique. Tant que l'entreprise possède ce SI existant, il n'est pas conseillé d'en faire la migration seulement pour des raisons économiques. Par exemple, le système d'encaissement des supermarchés est un système distribué installé en magasin, presque en mode *edge computing* avant l'heure, qui va perdurer pour un certain nombre d'années encore.

Retour d'expérience de Système U

Système U a adopté une stratégie de migration dans le cloud assez récemment, avec une approche pragmatique d'adoption privilégiée des solutions SaaS. Les décisions de la DSI sont guidées par la valeur apportée aux métiers, la réactivité et le *time to market*. L'entreprise a fait le choix d'utiliser au maximum les services managés avec du *cloud first*, SaaS puis PaaS, et de les proposer à travers un catalogue de services dans le cloud, et par conséquent, de ne pas forcément migrer l'intégralité de son infrastructure dans le cloud.

La DSI se positionne ainsi comme le fournisseur de services cloud pour l'entreprise : un « *cloud broker* » pour les clients internes. C'est une stratégie cloud hybride par nature, mais c'est aussi un choix car le SI actuel est résilient avec une très bonne qualité de service. La DSI effectuera un découpage fonctionnel du SI avec une ouverture par API et micro services, et basculera les nouvelles applications sur le cloud quand il y a un intérêt métier, en y associant la conteneurisation, y compris dans les datacenters.

[Plus d'information dans les annexes]

A l'inverse pour des questions fonctionnelles, la DSI peut choisir de reconstruire et transformer ce SI existant pour migrer dans le cloud (public / privé), et pour tirer pleinement profit des services cloud.

2.1.2.1 Enjeux des données sensibles et critiques

Néanmoins, le ratio entre les données sensibles et critiques et l'ensemble du reste des données de l'entreprise reste déterminant dans l'appréhension de la migration dans le cloud public.

Si ce ratio est très faible ou perçu comme très faible, l'entreprise peut alors choisir de migrer dans le cloud beaucoup de ses actifs informatiques et ne pas transférer le restant de données sensibles.

A l'inverse, si ce ratio est très important, l'entreprise aura alors moins tendance à vouloir migrer dans le cloud, n'ayant pas suffisamment de garantie pour la protection des données et leur confidentialité, en particulier en ce qui concerne les plateformes industrielles. Par ailleurs, au sein du périmètre d'une usine par exemple, tous les cas d'usage ne sont pas traités du fait de questions de continuité de services. Certaines données resteront donc forcément dans leur environnement sur site. Des données qui n'ont pas vocation à être mises dans le cloud pourraient l'être dans les plateformes *edge*⁴.

L'étude du Cigref sur le besoin de cloud de confiance indique qu'environ 10 % à 30 % des données sont suffisamment sensibles pour être protégées des risques de services cloud extra-européens. Pour ces données, il sera alors possible d'utiliser des services cloud qui, soit répondent aux exigences associées à un cloud de confiance, soit proviennent d'initiatives européennes telles que Gaia-X.

2.1.2.2 Diminution du besoin de *datacenter* ou d'un cloud privé interne

Néanmoins, plusieurs arguments penchent pour une diminution du besoin d'un cloud privé interne, donc géré par l'entreprise, qu'il soit hébergé dans ses *datacenters* ou ceux d'un prestataire :

- La rapide évolution technologique proposée par le cloud public exige d'utiliser des solutions les plus standard possibles et d'être en capacité de tenir le rythme de toutes les feuilles de route techniques des logiciels et des composants du SI.
- La pénurie actuelle de compétences pointues va se renforcer et la rétention des équipes devient très difficile du fait des exigences salariales mais aussi des défis stimulants.
- L'obsolescence de l'infrastructure impose des investissements considérables pour rester au niveau de disponibilité attendu.
- Les enjeux de sécurité numérique et physique à garantir sont grandissants face à l'évolution permanente des menaces.
- Les exigences environnementales pourraient devenir très contraignantes sur tous les équipements.

Il y a de multiples raisons qui font dire qu'aujourd'hui les entreprises vont de plus en plus migrer vers le cloud public. Dans le même temps la question du maintien d'un cloud privé et dans ce cas de son implémentation vont trouver des réponses différentes.

2.1.2.3 Plusieurs types de positions sur l'avenir du cloud privé

On voit se dessiner plusieurs types de positions sur l'avenir du cloud privé selon les stratégies des entreprises et selon les offres des acteurs (fournisseurs cloud, intégrateurs, opérateurs). Elles pourraient se résumer par (au moins) les trois modèles suivants :

Option 1 : maintien d'une plateforme cloud privé dans les infrastructures de l'entreprise, basée sur une plateforme spécialisée, du type Openshift ou équivalente ;

⁴ Rapport Cigref : Perspectives Edge Computing et post cloud, décembre 2020, <https://www.cigref.fr/perspectives-edge-computing-et-post-cloud>

Option 2 : il n’y a qu’un modèle, unique, le cloud avec deux composantes : d’une part la composante « cloud public » traditionnelle et d’autre part une composante « cloud privé » consistant à installer dans le domaine privé une « réplique » du cloud public via une solution convergée, matérielle et/ou logicielle proposée par les fournisseurs de cloud public (Azure Stack, AWS Outpost par exemple) ;

Option 3 : il n’y a qu’un modèle, unique, le cloud public. Les cas justifiant un cloud privé n’existent quasiment plus et tous les efforts de modernisation des applications des entreprises se font en direction du cloud public.

2.1.3 Enjeux du multicloud

Selon Gartner, plus de 80 % des organisations utilisent aujourd’hui plus d’un fournisseur de technologies et services cloud. Le multicloud est souvent présenté comme étant le moyen d’assurer une sécurité d’approvisionnement en termes de technologies et de prendre en considération l’indépendance technologique.

Néanmoins, il y a plusieurs acceptions du concept de multicloud :

- La première acception est l’utilisation dans le même SI de plusieurs fournisseurs de cloud – incluant de plus en plus ceux anticipés d’un cloud de confiance – pour différentes infrastructures et applications pour tirer le meilleur parti des offres.
- La deuxième est la capacité de changer facilement de fournisseur sur un plan technique, l’aspect contractuel étant le plus souvent le point d’achoppement. Cela nécessite l’interopérabilité des plateformes d’hébergement, et la portabilité des applications d’une plateforme à l’autre.

Du point de vue des clients, l’interopérabilité et le portage des applications sont difficiles et coûteux à mettre en œuvre. Le passage d’un *hyperscaler* à l’autre représente des coûts importants du fait de couches supplémentaires à ajouter. Compte tenu des difficultés actuelles à changer de fournisseur et à déplacer les applications et les données, le choix du fournisseur cloud à un instant T est structurant car il conditionne l’entreprise pour les prochaines années. Beaucoup de réflexions et d’initiatives sont menées sur le sujet mais restent encore majoritairement théoriques, « sur le papier ».

Les fournisseurs soulignent que la portabilité d’une plateforme à l’autre exige un socle technologique commun qui nivelle par le bas les propositions de services, et limite à l’utilisation de fonctionnalités au plus petit dénominateur commun. Il faut reconnaître que l’interopérabilité n’est pas dans l’intérêt commercial des fournisseurs et qu’elle peut être difficile à assurer.

Outre les réelles contraintes technologiques et budgétaires pour les fournisseurs, il existe aussi des freins commerciaux ou contractuels avec des stratégies de verrouillage des clients notamment en termes de licences et de tarification. Ces pratiques déloyales sont régulièrement dénoncées par le Cigref. Une charte des dix principes pour un usage de licences logicielles équitables dans le cloud⁵ a été développée par le Cigref avec l’association européenne des fournisseurs cloud CISPE.

⁵ Charte des dix principes pour un usage de licences logicielles équitables dans le cloud, CISPE et Cigref, Avril 2021
<https://www.cigref.fr/dix-principes-pour-en-finir-avec-les-pratiques-deloyales-des-controleurs-dacces-logiciels>

2.2 MIGRATION APPLICATIVE

2.2.1 Grandes étapes de la migration applicative

Une grande entreprise participante a détaillé son plan pour gérer la migration applicative qui est globalement identique d'une entreprise à l'autre. Elle distingue 5 étapes :

1. Faire l'inventaire de toutes les applications du SI sur la base de critères définis ;
2. Filtrer les applications qu'il ne faut pas évaluer ou migrer ;
3. Evaluer les applications à migrer sur la base de 4 critères ;
4. Revoir les résultats de l'évaluation dans un quadrant de priorisation ;
5. Elaborer une feuille de route cohérente pour la DSI et l'entreprise.

L'entreprise a ainsi établi une grille d'évaluation des applications à migrer sur la base de 4 critères :

- Stratégie business & IT
- Technologie
- Complexité de leur migration
- Gestion des risques IT

Dans les grilles d'évaluation pour les applications, il est identifié les critères d'inéligibilité au cloud. Il peut s'agir notamment de critères réglementaires (législation stricte par pays ou par secteur pour certaines données), de confidentialité, d'obsolescence, ou de choix de changement de technologies.

Chacune des applications est ainsi positionnée dans un quadrant de priorisation avec en abscisse, l'indication du niveau de changement technique requis pour déployer l'application concernée dans le cloud et en ordonnée, le niveau de priorité métier.

2.2.2 Options de transformation du parc applicatif

La migration applicative s'appuie principalement sur le choix de transformation à effectuer sur les applications, en vue de les migrer dans le cloud. Chaque application doit faire l'objet d'une décision.

On peut rassembler ces choix en 6 grandes familles :

- **Minimum d'efforts :**
 - *Lift and shift* : est l'action de migrer l'application telle quelle.
 - *Rehost* : correspond au « *lift and shift* » avec un minimum de remédiation du système d'exploitation et des bases de données de l'application.
- **Modification de la couche technique :**
 - *Replatform* : permet de remplacer le niveau bas de l'application (qui correspond au passage vers PaaS).
 - *Redeploy* : correspond au redéploiement de l'application sur une nouvelle plateforme technique.
- **Réécriture de l'application :**
 - *Rearchitect* : touche au code de l'application, avec un passage en *Continuous Integration and Continuous Delivery* (CICD) par exemple (sorte d'équivalent aussi du *refactoring* ou du *rewriting*).
- **Remplacement :**
 - *Replace* : correspond à la mise en place d'une alternative.
 - *Repurchasing* : correspond aussi à l'achat de nouvelles solutions sur le marché.

- **Conservation** (*retain*) équivaut au maintien de l'application avec une consolidation des environnements.
- **Décommissionnement** (*retire*) : permet de se séparer de l'application.

Lors de son intervention, la société de conseil Accenture a présenté son évaluation du niveau de bénéfice pour chaque option en fonction des enjeux de l'entreprise, listés en colonne.

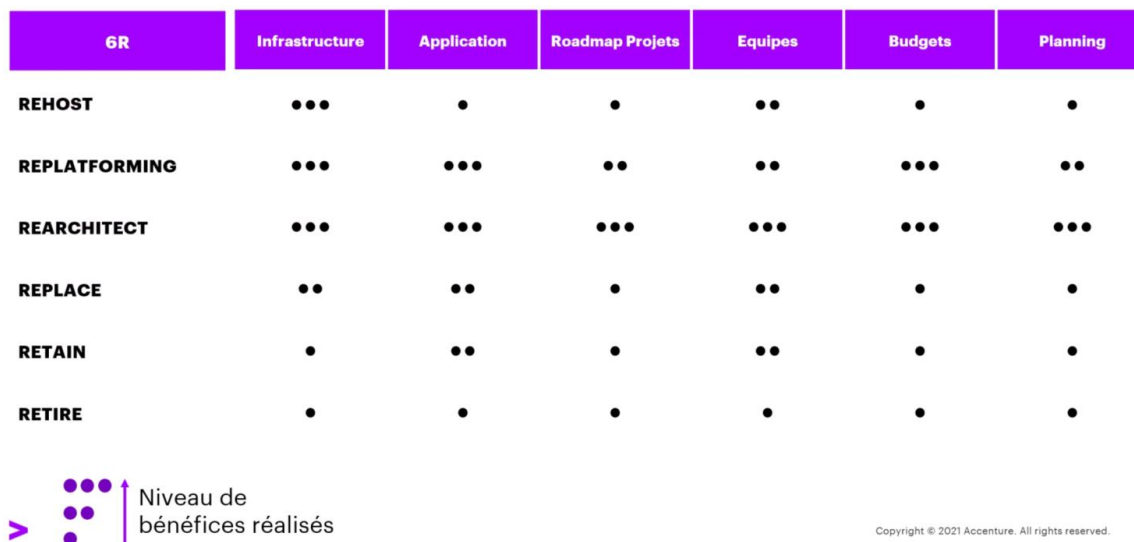


Figure 3 : Niveau de bénéfices réalisés en fonction des choix de migration applicative
Source : Accenture

Aujourd'hui, on observe que les entreprises internationales font beaucoup de « *lift and shift* » et « *rehost* » mais que le réel avantage vient de la transformation applicative. C'est la stratégie progressivement adoptée par les entreprises membres de ce groupe de travail.

Les entreprises se rendent compte qu'il n'y a souvent pas de « *lift and shift* » basique. Il faut prendre en compte la capacité de migration dans le cloud du SI existant, sa capacité à être compatible avec les technologies ou services cloud proposés par les fournisseurs.

Il y a un travail de préparation très conséquent des applications en *cloud ready*. Le choix de réécrire les applications pour bénéficier des avantages du cloud engendre une augmentation des coûts de transformation mais aussi des gains futurs.

C'est pourquoi une entreprise qui décide de migrer massivement dans le cloud, ne va pas choisir d'y mettre certaines applications existantes historiques qui seront amenées à être décommissionnées dans les prochaines années.

Retour d'expérience de Sodexo

Les équipes IT de Sodexo ont fait le constat que l'option de « *lift and shift* » est très difficile pour certaines applications : il y a des vraies problématiques de flux de réseau et surtout d'architecture, de sécurité et d'environnement. En effet, parfois l'entreprise n'a qu'un seul environnement de production, alors que la migration dans le cloud en crée forcément plusieurs, ce qui est nécessaire, plus sécurisé mais aussi plus cher. Certaines règles sont nécessaires pour faire un minimum de réingénierie de toutes les applications pour les rendre « migrables ». La DSI a eu besoin de définir l'architecture « *as is* » de l'application avant même de migrer. Il a donc fallu recréer de la documentation et réévaluer le risque de l'application (risque de criticité pour le support mais aussi pour les règles vers Azure).

[Plus d'information dans les annexes]

3 CE QUE PERMET AUSSI LA MIGRATION

Lors des discussions sur la migration dans le cloud, quelques similarités avec un déménagement d'un logement à l'autre sont apparues. En effet, lors d'un déménagement, on fait généralement une sorte d'inventaire de ce qu'on souhaite déménager, *a minima* dans de grandes catégories. C'est aussi le moment de trier ses affaires, celles qui ne sont plus utilisées, qui sont trop vieilles, ou que l'on décide qu'il est temps de changer, ainsi on s'en débarrasse, l'équivalent simplifié du décommissionnement.

Cependant, il y a une importante différence entre un déménagement et une migration : la migration ne se fait généralement pas d'un point A à un point B, il y a de multiples points A et, selon la stratégie adoptée, aussi de points B (cloud hybride et multicloud). Les multiples couches et environnements du SI complexifient largement ce processus. C'est un peu comme si on ne quittait jamais vraiment ses précédents logements, et qu'il faut en permanence aller chercher les informations et données dans les multiples localisations.

3.1 CARTOGRAPHIER SON PARC APPLICATIF

Dans le cadre d'une migration dans le cloud, il est nécessaire de faire la cartographie de son parc applicatif pour décider de ce qui est migré et comment.

Il y a un travail sur le « peignage » du parc (outil, niveau de profondeur, typologie de *workload*, jusqu'à analyse de code parfois) afin d'aboutir à un inventaire fiable.

Cette cartographie est essentielle pour la migration du parc applicatif dans le cloud, elle permet plus globalement une meilleure gestion de son portefeuille applicatif mais sert aussi de révélateur de la dette et de l'obsolescence IT.

3.2 TRAITER LA DETTE TECHNIQUE DU SI

La gestion de la dette technique (*Life Cycle Management*) est un argument majeur de migration dans le cloud. Elle devient plus simple, plus cohérente, mieux synchronisée, grâce aux outils disponibles.

On constate que la plupart des applications choisies pour être migrées dans le cloud sont dans le périmètre de la gestion de la dette technique, c'est-à-dire qu'elles sont considérées par l'organisation comme devant faire l'objet d'une modernisation selon les critères mis en place.

L'important travail de préparation des applications en *cloud ready* permet de moderniser les applications et composants obsolètes. L'arborescence de choix permet aussi de décider du décommissionnement qui est un challenge en lui-même à ne pas négliger.

Ainsi, certaines entreprises qui ont déjà dédié une partie de leur budget IT à la remédiation de la dette technique peuvent transférer ce budget pour la migration dans le cloud (substitution de budget ou évitement).

Les organisations sont donc obligées de traiter la dette technique dans la migration vers le cloud du parc applicatif. Néanmoins, il restera toujours une partie de dette technique, y compris dans le cloud mais celui-ci possède des outils pour y remédier de façon automatisée⁶. Cela a été développé dans le rapport sur le pilotage de la dette technique et de l'obsolescence du Cigref, publié en mai 2021.

⁶ Rapport Cigref : Pilotage de la dette et de l'obsolescence IT, mai 2021, <https://www.cigref.fr/pilotage-de-la-dette-et-de-l-obsolescence-it>

3.3 SECURISER SON SYSTEME D'INFORMATION

L'entreprise doit trouver un équilibre entre sécurité et opportunité technologique offerte par le cloud et définir une politique de sécurité *ad hoc*.

Les grands fournisseurs cloud ont les ressources financières et humaines suffisantes pour sécuriser leurs services cloud, ressources qui peuvent être supérieures aux autres acteurs – plus petits fournisseurs, et entreprises. Il est intéressant pour les entreprises de s'appuyer sur cette capacité à sécuriser ses systèmes. On considère donc que les entreprises peuvent faire beaucoup plus de sécurité dans le cloud à moyens et ressources équivalents, à condition d'acculturer les équipes et leur permettre de s'approprier les offres de sécurité des fournisseurs.

La politique sécurité de l'entreprise doit bien intégrer les enjeux de la sécurité dans le cloud afin de favoriser son adoption tout en gardant la main sur les règles de sécurité. Certaines entreprises s'interrogent sur la meilleure façon d'embarquer la sécurité dans les environnements cloud. La décentralisation des applications dans les différents clouds remet en partie en cause la cohérence d'ensemble du SI et la gouvernance centralisée en matière de sécurité. Les stratégies multicloud génèrent de la complexité qu'il faut gérer en s'outillant de solutions permettant de réduire certains « angles morts » en matière de sécurité.

Parmi les défis qu'apporte cette situation, on peut mentionner la sécurité des conteneurs et des applications, la gestion des identifiants et des accès, la gestion des clés de chiffrement, la segmentation des réseaux, la gestion des vulnérabilités et des incidents, la conformité aux politiques de sécurité internes et leur suivi...

Au niveau de la sécurité des données, le chiffrement de bout en bout est présenté comme une avancée importante mais l'enjeu critique est de maîtriser les clés. Une entreprise membre s'est intéressée à la question et a identifié plusieurs étapes dans la réflexion pour aborder ce sujet complexe. Il faut d'abord étudier les offres technologiques, s'intéresser aux besoins de financement et d'innovation, identifier comment assurer le chiffrement en lui-même, maîtriser les clés en utilisant une autorité tierce (ne pas en être propriétaire), et enfin, faire monter en compétence les équipes sécurité et cloud. Pourtant, le chiffrement semble limiter l'intérêt d'utiliser les services cloud notamment pour analyser les données si ces dernières sont chiffrées.

Par ailleurs, des concepts tels que le *Zero Trust* établi par Forrester, et le SASE⁷ (*Secure Access Service Edge*) développé par Gartner émergent. Ils sont de plus en plus étudiés par les équipes pour renforcer la sécurité et la connectivité des architectures cloud (cf. rapport Cigref à paraître sur le *Zero Trust*).

3.4 AUTRES IMPACTS DE LA MIGRATION DANS LE CLOUD

La migration dans le cloud va également impacter la conception des réseaux d'entreprise et en particulier des réseaux WAN. Les entreprises doivent notamment assurer les liaisons internet haut débit entre leurs infrastructures et celles de leurs fournisseurs de cloud. C'est ainsi qu'elles sont de plus en plus nombreuses à opter pour le réseau SD-Wan, qui permet de créer et de gérer son réseau étendu de manière logicielle, en remplacement du MPLS. C'est une brique fondamentale du SASE.

Par ailleurs, il est logique de considérer que l'utilisation de services cloud externalisés pour les applications va diminuer le taux d'utilisation des *datacenters*. Une double stratégie doit être mise en place pour optimiser et décommissionner progressivement les infrastructures historiques.

⁷ Secure Access Service Edge - Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Secure_Access_Service_Edge

4 PERFORMANCE ECONOMIQUE ET SUIVI FINANCIER DU PASSAGE AU CLOUD

Au cours des discussions, il apparaît que l'un des plus importants challenges rencontrés par les entreprises concerne les justificatifs financiers de la migration dans le cloud puis le suivi de la consommation. En effet, avant la migration, il s'agit de valider un *business case* avec un retour sur investissement (ROI) un minimum intéressant. Une fois dans le cloud, les organisations doivent à la fois vérifier la réalisation des objectifs financiers de leur *business case* et maîtriser leur consommation de services cloud.

On peut constater des économies et avantages du cloud pour les *softwares*, les *hardwares*, la standardisation des systèmes ainsi que la réorganisation des équipes, qui représentent une partie des gains directs apportés par le cloud.

Les gains indirects, difficiles à matérialiser, concernent la création de valeur, l'innovation, la gestion de la dette technique et du cycle de vie des applications, la productivité des équipes, la maintenance, etc.

Néanmoins, pour reprendre la métaphore du déménagement, si les coûts et/ou la durée du déménagement des applications et des données sont trop importants et ne peuvent pas être amortis dans un laps de temps raisonnable, alors l'entreprise peut préférer rester dans sa location actuelle.

4.1 PERFORMANCE ECONOMIQUE DE LA MIGRATION

Pour lancer un programme de transformation dans le cloud, les organisations doivent justifier d'enjeux *business* mais également de gains économiques pour financer les projets associés. Or, la plupart d'entre elles évoquent que l'utilisation du cloud est d'abord choisie pour des enjeux *business*, que ce soit pour gagner en agilité, accélérer le *time-to-market*, bénéficier de nouvelles technologies, ou mettre en place de nouvelles méthodes de travail et nouvelles pratiques.

En effet, il est constaté que les gains financiers sont encore largement à démontrer. Les entreprises souhaitent pouvoir créer autant de valeur, voire plus, à moindre coût dans le cloud. Mais ce souhait semble pouvoir se concrétiser seulement sous certaines conditions assez restreintes, il est encore loin d'être une réalité pour de nombreuses organisations.

Aujourd'hui, les entreprises n'ont pas encore assez de recul pour démontrer concrètement les gains obtenus par le passage dans le cloud. Le *business case* complet est difficile à finaliser du fait des gains indirects compliqués à matérialiser. Il est tout particulièrement difficile d'obtenir des *business cases* positifs pour les migrations en "*lift & shift*".

Beaucoup de services managés du cloud n'ont pas d'équivalent dans les environnements des *datacenters* propriétaires ou loués. La comparaison entre les services sur site et les services dans le cloud n'a donc pas de sens financièrement mais cela apparaît quand même comme une dépense supplémentaire. La contrepartie n'est donc pas immédiate non plus sur les factures des fournisseurs de logiciel, du fait des contrats pluriannuels.

L'approche proposée par le cabinet Accenture aux participants du groupe de travail repose sur l'évitement de coûts. Le ROI de la migration doit être calculé sur la base d'un budget constant de la DSI, c'est-à-dire le budget qu'elle utilise aujourd'hui en prévoyant d'effectuer les mêmes dépenses à l'avenir sans la migration dans le cloud « *do the same* ». C'est la comparaison financière de deux situations futures : l'une où l'organisation effectue la migration dans le cloud de son SI, l'autre où le projet de migration n'est pas choisi et la DSI continue avec les projets et les infrastructures actuelles.

Cette approche permet d'identifier et d'intégrer tous les coûts de la DSI qui entrent en ligne de compte pour la migration dans le cloud, et pas seulement les coûts d'infrastructure.

En suivant cette logique, il est donc nécessaire d'identifier l'ensemble des gains et des coûts engendrés par la migration. Accenture distingue ainsi 5 grandes familles de dépenses de la DSI :

- **Infrastructure** : hébergements, équipements, réseaux, logiciels, sécurité ;
- **Applications** : développement, évolution, maintenance ;
- **Roadmaps projets** : mise à jour ou évolution des infrastructures, des applications ;
- **Equipe** : formation, conduite du changement, sous-traitance ;
- **Budget** : frais de sortie des contrats, coûts de *Request For Proposal*.

Accenture recommande que l'entreprise inclue dans son *business case* :

- Les coûts impactés de chaque famille ;
- L'ensemble des coûts évités du type renouvellement technologique et gestion du cycle de vie (application et infrastructure) ;
- L'important coût de transformation des applications ;
- Les coûts de l'organisation interne, *roadmaps* projets, mais aussi de recrutement ;
- La monétisation des champs de contraintes.

L'exercice de « monétiser les champs de contraintes » est compliqué. Il faut essayer de calculer le *Total Cost of Ownership* (TCO) applicatif lié à la performance et la consommation applicative. Il est également recommandé de calculer le TCO de l'infrastructure d'une part et le TCO applicatif, de l'autre. Il est nécessaire aussi de prendre en considération les coûts de *compute* et les coûts de Maintenance en Condition Opérationnelle (MCO) des *Virtual Machines* (VM) avant / après la migration.

Plusieurs types de gains associés à la migration dans le cloud :

- Les *softwares* et les *hardwares*,
- La standardisation des systèmes,
- La réorganisation et la productivité des équipes,
- La création de valeur et l'innovation,
- La gestion de la dette technique et du cycle de vie des applications,
- La maintenance (Tierce Maintenance Applicative),
- L'optimisation des solutions de sécurité et de la continuité d'activité, etc.

Plusieurs types de coûts de pilotage associés à la migration dans le cloud :

- Réalisation du *business case*,
- Intégration du FinOps,
- Conduite du changement,
- Nouveau catalogue de services,
- Niveau d'investissement nécessaire des directions métiers,
- Travail avec les métiers sur la *roadmap* applicative,
- Coûts de transformation des équipes et talents (*upskilling* en continu).

Pour accroître la valeur économique de la migration dans le cloud, la DSI doit aussi réfléchir à transformer profondément l'organisation de ses activités. Le potentiel humain libéré dans le cadre de la mise en œuvre des outils offerts par le cloud peut être réinvesti dans des compétences d'expertise indispensables pour créer de la valeur. De ce fait, des gains supplémentaires peuvent être identifiés (réduction de la sous-traitance, optimisation des emplois) et viennent compléter une stricte équation financière basée sur les coûts d'infrastructure. Cette approche implique d'élaborer une stratégie de *sourcing* adaptée (*outsourcing*, *nearshore*, *offshore*). Pour plusieurs sujets, cela peut faire sens de recourir à un prestataire / intégrateur.

4.2 SUIVI FINANCIER DU PASSAGE DANS LE CLOUD

Les investissements en matière technologique étaient auparavant plus lents à mettre en place et à évoluer, mais le DevOps et les méthodes agiles ont changé la donne. Les dépenses dans le cloud représentent une part croissante des engagements financiers des DSI et devraient augmenter, dans les années à venir, à un rythme cinq fois supérieur au rythme perçu en 2020.

Le modèle d'exploitation du cloud demeure encore en construction. L'exploitation et la gestion du cloud sont très différentes de la gestion traditionnelle du système d'information. La prise de décision se fait en temps quasi réel, et est répartie entre différentes équipes, financière, achats, technique et métiers, pour équilibrer le contrôle opérationnel et financier. Ces équipes se retrouvent confrontées à un nouveau mode de facturation et à des dépenses difficilement identifiables ou contrôlables. La gestion des coûts ressort d'ailleurs en deuxième position des défis à relever par les DSI, juste après la sécurité, d'après une étude Flexera de 2020.⁸

La migration dans le cloud impose de passer de la gestion d'actifs logiciels à une tarification à l'usage des services cloud. Beaucoup d'entreprises éprouvent des difficultés à s'adapter à ces nouveaux modèles de tarification et aux politiques de prix évolutives des offres de cloud public, qui sont en rupture avec les modèles d'achat traditionnels.

Par conséquent, les entreprises ont besoin de faire converger les modèles financiers de plusieurs univers : les infrastructures traditionnelles (le *mainframe* par exemple) facturées sur la base d'unités d'œuvre, et le cloud hybride (privé et public) facturé à l'usage. Le contrôle financier des serveurs et applications hébergées est plus difficile ainsi que le pilotage des coûts d'exploitation.

Les entreprises ont également du mal à maîtriser la hausse de l'usage et donc le coût des services cloud. Soit l'entreprise ne plafonne pas l'usage des services cloud et les coûts connaissent alors une forte croissance dans le temps du fait de l'accélération de l'adoption du cloud et du modèle de facturation à l'usage. Soit l'entreprise adopte un modèle de réserve d'instances et bride les usages mais maîtrise comme cela ses coûts, tout en prenant en compte la difficulté d'estimer avec précision le nombre d'instances à réserver. Dans certains cas, la facture « après migration » est parfois plus élevée que celle estimée, ou que celle d'avant la migration.

Il ne faut pas oublier non plus tous les coûts cachés du cloud : l'hébergement dans deux lieux différents en même temps pendant le temps de la migration, les extras cachés, les transferts des données⁹ (cf. article Le Monde Informatique).

Ces dernières années, la vitesse de migration s'est accrue avec une augmentation réelle de la migration de 150 services/mois à 300 services/mois. Cela fait écho également à l'ambition des entreprises d'obtenir une rentabilité économique de la migration dès la première année, appelé la « *cash année* ». Ces observations plaident alors pour le développement de stratégies de migration assez radicales : plus le plan est audacieux et rapide, plus l'entreprise semble obtenir les gains économiques souhaités.

Pourtant, dès qu'une composante de transformation des applications est ajoutée (*refactoring*, *rewriting*), on constate que le ROI doit être réajusté : il sera plus long à obtenir mais plus important aussi.

De plus, de nombreuses questions se posent concernant les indicateurs qu'il faut utiliser pour élaborer le *business case* mais également dans le suivi (par exemple, le nombre de serveurs ou d'applications).

⁸ Rapport Flexera "State of the cloud 2020" : <https://path.flexera.com/cm/report-state-of-the->

⁹ Les 7 noirs secrets derrière les tarifs du cloud, Le Monde Informatique, Juin 2020

<https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-7-noirs-secrets-derriere-les-tarifs-du-cloud-79497.html>

4.3 MISE EN PLACE D'UNE DEMARCHE FINOPS

La démarche FinOps permet à l'entreprise de mieux appréhender les coûts du cloud et de faire les compromis nécessaires dans une approche responsable. Le FinOps est une fonction clé stratégique encore émergente en lien avec l'architecture d'entreprise. Il permet de renouveler les pratiques de gouvernance par les coûts en l'alignant sur les enjeux stratégiques de l'entreprise.

Les promesses de la démarche FinOps sont nombreuses et séduisantes : maîtrise des dépenses d'exploitation (OpEx), rationalisation des achats, amélioration du contrôle des fournisseurs de services cloud, élimination des silos organisationnels, renforcement des relations de la DSI avec les services financiers et les directions métiers.

Le FinOps est à la fois une approche, une organisation et un outillage qui permettent de fournir aux utilisateurs la vision de ce qu'ils consomment dans le cloud. Au cœur de la stratégie cloud, il est un instrument d'optimisation et de flexibilité des coûts, et de mise en visibilité auprès des métiers.

Une entreprise membre du Cigref a caractérisé les fondamentaux de cette démarche sur 3 piliers : Informer, Optimiser, Opérer.

Le pilier « **Informer** » s'appuie essentiellement sur l'approche « *showback as a service* » qui consiste à montrer une vue facturée des différents services d'infrastructure, selon leur consommation par les entités. Pour cela, il faut mettre en place une cartographie des usages et des consommations. Aujourd'hui, la difficulté principale consiste à anticiper le paiement à l'usage. Cette vision s'intègre également dans un *reporting* régulier plus global de la DSI.

Le pilier « **Optimiser** » s'appuie quant à lui sur le « *chargeback* », c'est-à-dire la refacturation à l'usage des services consommés. Mettre en place cette logique de refacturation des coûts d'infrastructure en interne (au coût de revient du service, sans marge de la DSI) permet de susciter une prise de conscience du coût réel des services auprès des métiers. Les entreprises peuvent se doter d'une politique de prix, permettant de se comparer en interne, avec d'autres entreprises ou avec les fournisseurs de cloud public. Ce benchmark est un outil d'analyse et d'identification des services les plus efficaces.

Le pilier « **Opérer** » consiste à améliorer la connaissance des pratiques FinOps existantes au sein du Groupe, que ce soit sur la gestion de la plateforme cloud privé ou sur sa consommation du cloud public. Cette connaissance est nécessaire pour trouver les bons leviers d'optimisation : négociation commerciale, dimensionnement applicatif, gaspillage, décommissionnement serveur.

L'expérience FinOps des entreprises est très récente, elle grandit mais reste généralement une approche réactive ou corrective, basée sur les données de consommation avec une optimisation *a posteriori*. Il faut également trouver une organisation FinOps appropriée (cf. chapitre suivant).

Aujourd'hui, le principal défi à relever consiste à penser le FinOps dans un mode hybride et multicloud, la démarche doit parfois soutenir la stratégie d'indépendance vis-à-vis des fournisseurs. Il faut agréger et automatiser une vue *cross-plateformes* des dépenses SI.

Un autre enjeu est d'intégrer le FinOps dans la conception des applications dès le début du projet, pour ajuster le modèle d'architecture et les processus. Cette approche *FinOps by design* doit porter à terme sur le parc existant aussi bien que sur les applications dans le cloud.

Les entreprises font le constat commun que, pour l'instant, aucun modèle d'organisation ni outil n'apparaît encore bien arrêté. Le marché ne semble pas mature, notamment pour l'outillage multicloud.

5 REORGANISATION ET MUTATION DES EQUIPES IT

La migration dans le cloud nécessite souvent une réorganisation de la DSI avec une transformation des métiers de la DSI entre apparition de nouveaux métiers et transformation d'autres, un accompagnement des équipes, parfois une redéfinition de certaines responsabilités, ainsi qu'une évaluation de l'investissement nécessaire des directions métiers.

C'est un changement de paradigme qu'il faut intégrer : le passage d'une gestion des stocks (*datacenter*) à une gestion des flux dans le cloud. Cela rend possible le pilotage des activités en temps réel et l'automatisation des tâches répétitives.

5.1 ONBOARDING DU TOP MANAGEMENT ET ACCOMPAGNEMENT AU CHANGEMENT

Comme toute grande transformation, il est essentiel d'embarquer le top management pour avoir le bon niveau de support (*sponsorship*). Une entreprise a mis en place un programme de formation des dirigeants du groupe pour comprendre les enjeux, les opportunités mais également la maîtrise de la sécurité et des coûts, etc. Une autre entreprise a organisé une *learning expedition* de membres de son comité exécutif chez certains GAFA.

Certaines entreprises ont fait remarquer qu'il est essentiel d'éduquer d'abord l'ensemble de la DSI (des services infrastructures aux équipes produits et métiers) et qu'elle s'organise avant d'apporter les connaissances aux directions métiers et supports.

L'état d'esprit de la DSI et de toutes les parties prenantes doit changer, ce qui se fait très progressivement. La prise de conscience et la maturité prennent toujours beaucoup plus de temps que ce qui est souhaité mais, dans le cas d'une migration dans le cloud, c'est encore plus important.

Certaines entreprises peuvent rencontrer beaucoup de résistance pour aller dans le cloud public du fait des problématiques de sécurité, de confidentialité, et de transformation. Ne pas braquer les différentes équipes requiert beaucoup d'accompagnement.

Se positionner dans une démarche de *test & learn* est crucial, c'est-à-dire d'accepter qu'il y ait des fautes de configuration dans la résolution de problème et qu'il faudra apprendre de ces erreurs.

Les DSI souhaitent éviter le risque de l'informatique à deux vitesses. Tous les projets ne sont pas en mode Agile et DevOps comme dans beaucoup de projets cloud. Il faut trouver un modèle pour insuffler quand même de la diversité et de l'agilité dans l'ensemble des projets. Or, transposer les méthodes est un long processus et il y a des inquiétudes sur la nature des changements des métiers et des processus.

Une entreprise a créé un groupe de travail pour réfléchir à l'évolution des collaborateurs, et permettre d'accompagner ceux qui peuvent être très impactés par les réorganisations, par ceux qui ont pris confiance. Néanmoins, certains ne se retrouvent pas dans les nouvelles organisations. Favoriser la mobilité dans les groupes permet de garder les talents dans l'entreprise en leur proposant d'autres postes dans les DSI locales ou sur d'autres projets.

5.2 STRATEGIE DE RECRUTEMENT ET DE FORMATION

Le cloud requiert des compétences assez rares sur le marché. Les grandes organisations ont besoin de beaucoup investir sur le recrutement, notamment de jeunes, qui sont « nés » avec le cloud, et dans la formation des talents internes via un plan adapté.

Côté recrutement, la DSI doit accompagner les RH pour définir les bonnes compétences pour le recrutement et de meilleurs salaires. Il s'agit de permettre la ré-internalisation de compétences particulièrement pour l'automatisation et l'ingénierie. L'utilisation du cloud par l'entreprise peut être un facteur d'attractivité pour la DSI. Un des plus importants défis est de recruter les nouvelles compétences puis de les retenir. Il faut « nourrir » les personnes recrutées, les maintenir stimulées et leur proposer des challenges intéressants à relever.

Côté formation, il est nécessaire, et ce n'est pas simple, de revoir les profils métiers pour introduire des compétences multiples et permettre la formation des équipes que ce soit sur l'architecture, la sécurité, le FinOps, le DevOps, les outils d'automatisation. Et ce assez tôt dans le programme de transformation pour qu'elles puissent appréhender les nouveaux outils. Les équipes doivent pouvoir tirer le meilleur parti des technologies pour les projets et augmenter leur productivité et efficacité grâce à une bonne formation. Atteindre un état de l'art dans le cloud nécessite de beaucoup faire monter en compétence les équipes sur les sujets (notamment dans l'automatisation).

Il est recommandé de beaucoup investir sur la formation des équipes à travers les programmes des fournisseurs cloud. Certains ont développé des plateformes d'apprentissage (*e-learning*) afin de faire certifier les équipes et de démystifier certains sujets comme la sécurité dans le cloud.

5.3 STRUCTURE DE PILOTAGE DU PROGRAMME CLOUD

Le *Cloud Center of Excellence* ou *Cloud Competency Center* d'une entreprise membre du groupe de travail a permis de développer une gouvernance dédiée pour le cloud, qui intègre le *Program Management* et le *Project & Product management*.

Il est recommandé de se doter d'une structure de pilotage et de réalisation de la valeur, parfois appelée *Value Realisation Office (VRO)*, à coupler avec le traditionnel *Project Management Office (PMO)*. Celui-ci doit être consulté pour les investissements, les achats et les choix en cours.

Dans un grand groupe, la DSI groupe et les DSI d'entité ont, chacune, nommé un *cloud leader* pour définir les plans de transformation cloud. Ils sont les interlocuteurs privilégiés sur ces sujets. La DSI collecte auprès des *cloud leaders* les ambitions et demandes en matière de services de cloud, et facilite la hiérarchisation des demandes. Ils travaillent dans des entités très différentes mais partagent les mêmes intérêts,

questionnements et difficultés. La création de la communauté de *cloud leaders* stimule la transversalité et le partage d'information et d'expérience, très utile dans le cadre de la transformation et de la résolution des difficultés communes. Cela favorise aussi la mise en place d'une boucle d'amélioration continue.



Figure 4 : Organisation d'un Centre de compétence cloud

Retour d'expérience de Stellantis

Le programme *Move to cloud* de l'ex-Groupe PSA a été mis en place afin d'organiser une stratégie globale et de cadrer les initiatives de plus en plus nombreuses de développement et de déploiement dans le cloud public. Son but est de clarifier les objectifs et de définir les lignes directrices de l'utilisation du cloud public et d'en piloter l'adoption dans toutes ses composantes : techniques, économiques, organisationnelles et relatives aux compétences.

Dans le cadre de ce programme, la DSI a monté une équipe multidisciplinaire impliquant tous les métiers concernés pour gérer ce changement. Un comité mensuel avec le DSI et son équipe a été mis en place depuis le début, et continue à ce jour pour piloter le projet et apporter les arbitrages nécessaires. Des points réguliers sont organisés avec les principaux fournisseurs de cloud.

[Plus d'information dans les annexes]

Retour d'expérience d'Air Liquide

Air Liquide a commencé en 2017 à structurer ses équipes, qui étaient très décentralisées, ce qui a conduit à la création du *Global Infrastructure Office (GIO)*, qui emploie 200 personnes et gère les contrats en infogérance pour le cloud. GIO opère une grande partie de l'infrastructure. L'entité gère un cloud privé via un infogérant avec une approche de coûts variables et a adopté une première stratégie de cloud public avec un partenaire privilégié (AWS). Au début de la transformation, Air liquide a également coconstruit avec une ESN un nouveau modèle opérationnel car le précédent était inapproprié au cloud et la « *migration factory* ».

[Plus d'information dans les annexes]

5.4 NOUVELLES COMPETENCES ET NOUVEAUX METIERS

Voici de façon très résumée les rôles des nouveaux métiers qui émergent avec le cloud :

- **DevOps** : intervient sur la chaîne d'architecture continue, intègre les applications et automatise le déploiement de l'application de bout en bout.
- **Ingénieur Sécurité Cloud** ou **SecOps** : met en place la sécurité dans les environnements cloud.
- **FinOps** : agrège les informations de consommation données par les fournisseurs cloud, les analyse et cherche les leviers d'action pour maîtriser les coûts.
- **"Développeur" d'infrastructure (Infrastructure as Code)** : code l'infrastructure et définit les technologies à utiliser et les spécifications de l'architecture.
- **Ingénieur DevSecOps** (ou SRE) : intègre la sécurité dans les pratiques DevOps.
- **Évangéliste Cloud** : crée un *story telling* pour vulgariser la complexité du cloud et expliquer son utilisation dans l'entreprise, joue un rôle essentiel au début du programme pour l'adoption.
- **Architecte Cloud** : crée et intègre l'infrastructure cloud, élabore des solutions en réponse aux besoins des utilisateurs et gère la migration vers des solutions dans le cloud.
- **CloudOps** : consiste à orchestrer les spécificités des différents fournisseurs cloud, à contrôler le fonctionnement des applications dans différents clouds et permet la gestion des opérations au travers des diverses plateformes cloud.

Certains de ces nouveaux métiers sont explicités dans la Nomenclature RH des métiers SI du Cigref¹⁰.

¹⁰ Nomenclature RH des métiers SI du Cigref : <https://www.cigref.fr/nomenclature-rh>

5.5 RESPONSABILISATION DES EQUIPES DE DEVELOPPEMENT ET DE PRODUCTION

La migration dans le cloud a des impacts sur l'organisation du développement et de la production. Le concept de DevOps – contraction de Développement et Opérations – consistant à développer et à intégrer une application et des opérations d'exploitation en continu, a révolutionné les organisations en éliminant des silos existants et en augmentant l'agilité des équipes.

Avec le cloud, la responsabilité des équipes de développement des applications est plus grande. Celles-ci ont accès à un outillage avec beaucoup de possibilités. La DSI doit définir des règles (*patterns*) afin d'éviter d'avoir autant de modèles de développement que de projets, que d'intégrateurs, conduisant à un environnement très hétérogène non maîtrisé.

Dans la définition de ces règles, trois objectifs sont à considérer : une architecture applicative performante et efficiente, une sécurité pour répondre aux exigences de l'entreprise, une capacité de non-adhérence pour éviter l'enfermement auprès d'un fournisseur et permettre la réversibilité, ou du moins un portage applicatif.

Afin de favoriser le prototypage et le déploiement de nouvelles applications, une entreprise a créé trois types de compte selon les besoins des équipes de développement :

Compte « *Sandbox* » : création d'un bac à sable en quelques minutes en fournissant un serveur et un environnement, isolé du réseau de l'entreprise et sans données d'entreprise.

Compte « *You build it, you run it* » : création d'un environnement géré par l'équipe de développement elle-même, avec une supervision du service d'infrastructure et un cadre d'architecture. Certaines entreprises adoptent la logique : « *You build it, you run it, you own it, you pay it* ».

Compte « *managé* » : mise à disposition d'un environnement totalement opéré par le service d'infrastructure ou le centre de compétences cloud.

5.6 A LA RECHERCHE D'UNE ORGANISATION FINOPS OPTIMALE

La plupart des entreprises sont au début de l'organisation FinOps et certaines prévoient d'augmenter la taille de l'équipe en fonction de la capacité d'optimisation et de la rentabilité apportée. Les équipes sont très motivées pour optimiser les applications car il y a de vraies économies à la clé.

Le rôle de l'équipe FinOps est à la jonction de nombreux projets et il est difficile de trouver le positionnement optimal, notamment pour le passage à l'échelle. L'équipe FinOps est généralement transversale aux équipes d'infrastructure et aux équipes produits cloud. Elle se situe à la lisière du monde de la finance, des achats, de la technologie et des directions métiers.

L'équipe FinOps est constituée de collaborateurs venant souvent d'abord de l'informatique, présentant une appétence pour les sujets de finance et souhaitant évoluer. Mais il est aussi possible de trouver des contrôleurs de gestion affûtés avec des compétences cloud. La connaissance et la diffusion du savoir FinOps peuvent être aussi organisées par communauté, avec la création d'une "guilde FinOps".

Néanmoins, ces profils sont rares, difficiles à trouver sur le marché. Ils sont la plupart du temps formés en interne, accompagnés par des entreprises spécialisées. Aujourd'hui, les profils capables de faire du *FinOps by design* avec des compétences à la fois financières et IT existent peu sur le marché. Le FinOps est un métier d'avenir.

Par ailleurs, le FinOps est une réelle opportunité d'acculturer les métiers aux problématiques des services cloud, de leur faire comprendre les enjeux et possibilités, et *in fine*, de renforcer la stratégie de transformation numérique de l'entreprise.

6 GESTION DE PLUS EN PLUS COMPLEXE DES FOURNISSEURS

La gestion des relations avec les fournisseurs est reconnue comme étant de plus en plus complexe notamment avec le passage dans le cloud. Les fournisseurs représentent à la fois les fournisseurs de services cloud – d’hébergement et de traitement – et tout l’écosystème des éditeurs de logiciels et des composants du SI.

Notons que le volet de transformation des organisations et de formation des équipes est un prérequis par rapport au choix et à la gestion des fournisseurs cloud.

6.1 CHOIX STRATEGIQUE DES FOURNISSEURS DE CLOUD

Comme indiqué précédemment dans le rapport, la migration dans le cloud requiert d’effectuer le choix d’être multcloud ou non et de décliner sa stratégie sur un ou plusieurs fournisseurs de services cloud. Ce choix s’appuie sur un certain nombre de critères, à commencer par le positionnement stratégique et sectoriel du fournisseur et de l’entreprise en question.

En effet, il semblerait que ce ne soit pas tant les services cloud en eux-mêmes ni leur politique de prix qui distinguent les propositions des fournisseurs, particulièrement les *hyperscalers*, mais d’autres facteurs : les intérêts *business*, et notamment leur empreinte sur d’autres secteurs, leur capacité reconnue sur l’un des enjeux souhaités, leur capacité d’accompagnement des entreprises, mais aussi de plus en plus leur capacité à répondre aux enjeux de protection des données tant en termes de sécurité que juridiques, et enfin sur les couvertures mondiales.

Le choix du fournisseur est stratégique et structurant du fait des conséquences sur l’architecture du SI sur le long terme : choix des technologies utilisées, compétences développées en interne, maîtrise de la dépendance, etc.

Si l’on considère les trois grands *hyperscalers*, Amazon Web Services, Google Cloud et Microsoft, il est intéressant de connaître les points forts et spécificités techniques ou non techniques des fournisseurs.¹¹

Concernant les parts de marché de ces *hyperscalers* sur le marché français des services d’infrastructure IaaS publics en 2020, le cabinet Gartner a estimé qu’AWS détient 51,3 % de parts de marché, Microsoft 23,2 % et Google Cloud 9 % mais avec une croissance de +67,7 %, la plus forte en France sur la période 2019-2020.

Il est largement reconnu qu’Amazon Web Services (AWS) propose des services d’infrastructure très intéressants mais que son positionnement concurrentiel sur de nombreux secteurs l’exclut d’emblée des appels d’offres de certaines grandes entreprises, du *retail* par exemple.

Microsoft sait se distinguer par son ancrage important sur le marché professionnel dans le domaine logiciel et notamment bureautique depuis 40 ans. Cela renforce sa notoriété que ce soit au niveau technologique, de sa présence dans l’écosystème, et de sa main d’œuvre nombreuse et qualifiée pour accompagner les entreprises. Microsoft a annoncé des partenariats stratégiques avec Amadeus, Axa, et TotalEnergies.

De son côté, Google Cloud est particulièrement choisi pour ses capacités de traitement et de croisement de données, son approche *open source* plus développée que les autres. Google est aussi force de

¹¹ Voir aussi : Cloud public « Les points forts et les points faibles des principaux acteurs mondiaux » - ZDNet, <https://www.zdnet.fr/actualites/cloud-public-les-points-forts-et-les-points-faibles-des-principaux-acteurs-mondiaux-39927703.htm>

proposition de partenariats stratégiques, comme les récentes annonces l'ont montré avec LVMH, Carrefour, Renault, ...

En termes de protection des données, les offres de cloud de confiance des *hyperscalers* (que ce soit l'offre « Bleu » constituée par le trio Orange, Capgemini, Microsoft, le partenariat Google & OVH et le tout récent Google & Thales) et des acteurs européens seront tout particulièrement étudiées par les grandes entreprises françaises (cf. Référentiel Cloud de confiance du Cigref¹²).

Retour d'expérience d'Amadeus

A l'été 2020, après une période d'expérimentation, Amadeus a pris la décision de migrer la totalité de son informatique dans le cloud public. En 2016, la DSI a pris les décisions de mettre en place un cloud privé, et d'expérimenter le cloud public, de travailler sur Kubernetes ainsi que de préparer l'applicatif au passage à des technologies cloud. A travers la mise en place du cloud privé et de l'utilisation du cloud public, Amadeus a pris conscience du niveau de sophistication des trois *hyperscalers* et de leur niveau de maîtrise technologique, supérieure à bien d'autres entreprises. Trois importants challenges ont motivé le choix d'un *hyperscaler* : les exigences de localisation de traitement des données, la latence et temps de réponse, et le maintien de leur leadership technologique face à la compétition.

[Plus d'information dans les annexes]

Avec le multicloud, est arrivé le concept de « CloudOps » – contraction entre Cloud et Opérations – qui permet la gestion des opérations au travers des différents clouds, et d'obtenir une vision centralisée et continue de l'ensemble des clouds. Quelques plateformes proposent déjà de rassembler les accès de plusieurs fournisseurs cloud à la demande.

Les entreprises vont également choisir en fonction de leur propre capacité et leur connaissance de certains fournisseurs sélectionnés auparavant pour des périmètres plus réduits. Ainsi les grands partenariats stratégiques sont souvent le prolongement d'accords précédents, même si les choix peuvent aussi changer.

Il s'agit également de prendre en compte l'offre des éditeurs historiques de logiciels, qui sont presque tous, quel que soit leur taille, dans une logique de « *cloud first* ». Les éditeurs investissent actuellement sur le développement de nouveaux services dans les environnements clouds, il est commercialement avantageux d'entraîner leurs clients actuels dans la migration de leurs produits dans le cloud.¹³ On remarque que certains petits ou moyens éditeurs n'ont pas fait leur transformation vers le cloud, ainsi leurs solutions logicielles sont inadaptées au cloud.

Gaia-X : assurer la libre circulation des données dans un cadre sécurisé et de confiance

Présentation de Gaia-X

Gaia-X est une association internationale à but non lucratif appelée *Gaia-X European Association for Data and Cloud*. Cette association est née d'une initiative privée mais qui est conforme à la stratégie européenne des données de la Communauté européenne. Cette association a vocation à faire émerger un écosystème numérique ouvert dans lequel les données peuvent être mises à disposition, rassemblées et partagées en toute sécurité et confiance. L'objectif est de créer à terme avec les autres États membres de l'Union européenne, et au service de celle-ci, de ses États, de ses entreprises, de ses

¹² Référentiel de cloud de confiance du Cigref, 2021 : <https://www.cigref.fr/le-cigref-publie-son-referentiel-du-cloud-de-confiance>

¹³ Ces sujets font l'objet de réunions régulières entre les membres du Cigref et les éditeurs dans le cadre du Club Relations fournisseurs de Cigref.

citoyens, un nouveau type d'infrastructure collaborative en forme de réseau, répondant aux exigences les plus élevées en matière de confiance numérique et favorisant l'innovation.

Les 2 ambitions de Gaia-X

- Etablir un cadre de confiance, respectueux des valeurs et de la législation européenne, et donc de traduire techniquement ces valeurs qui sont la transparence des contrats, la protection des données, la portabilité des applications et des services, la réversibilité des infrastructures, l'interopérabilité entre les clouds, la confiance, l'efficacité énergétique dans un cadre d'architecture, selon des standards techniques, des *policy rules* et des labels.
- Faire émerger des services et cas d'usage dans un écosystème numérique ouvert dans lequel les données peuvent être mises à disposition, rassemblées, mutualisées et partagées en toute sécurité et confiance, qui offre des capacités de calcul, d'*analytics* et d'IA et favorisant l'innovation.

Hub France Gaia-X

La mission du Hub France Gaia-X est de faire connaître Gaia-X en France, de fédérer l'ensemble des acteurs intéressés pour qu'ils travaillent collectivement à développer des cas d'usage tirant parti de Gaia-X. Le Hub France assure également la coordination et le dialogue avec l'association Gaia-X et les autres hubs nationaux. Le Hub France Gaia-X incube actuellement 12 groupes de travail dont plusieurs sont déjà des espaces de données européens arrivés à la première phase qui a pour objectif d'implémenter les premiers cas d'usage.

Cédric O, Secrétaire d'État chargé de la Transition numérique et des Communications électroniques, a confié le pilotage du Hub France Gaia-X au Cigref et à ses partenaires Systematic Paris Region et l'Académie des Technologies, rejoints par l'Inria, l'IMT et Numeum.

6.2 NEGOCIATIONS AVEC LES HYPERSCALERS

Reconnaissant que nous sommes à un moment d'inflexion majeur et que le choix initial de fournisseur est déterminant, les fournisseurs et éditeurs mènent d'importantes campagnes pour inciter la migration dans leur cloud. Il y a une vraie guerre de marché. Ils investissent fortement en marketing et dans les propositions commerciales.

Face à eux, les entreprises ont besoin de connaître leur modèle économique, les métriques utilisées pour atteindre leurs objectifs commerciaux et identifier les leviers pour éviter un trop important déséquilibre autour de la table de négociation. Il faut constituer des équipes multicompetences pour aller chercher ces bons leviers avec les fournisseurs et connaître les bonnes pratiques.

Plusieurs organisations constatent que la négociation avec les *hyperscalers* pour obtenir une offre de paiement à l'usage intéressante est plus difficile que pour obtenir des bons prix sur les instances réservées. Cette situation est particulièrement problématique lorsque l'un des avantages même du cloud est sa flexibilité importante, antinomique au principe d'engagement sur des instances réservées. Lors du lancement de la migration, deux éléments sont à prendre en compte. L'absence d'estimation fiable de la consommation réelle du service rend difficile la projection sur le nombre d'instances à réserver. Lors de l'adoption des services cloud, les entreprises connaissent souvent des pics de consommation qu'il faut gérer et savoir rebaisser ensuite. Cela est possible grâce à l'utilisation des outils FinOps (cf. partie dédiée) d'où l'importance de commencer la formation dès le début du projet.

L'interopérabilité est également un sujet majeur pour les entreprises utilisatrices avant la migration dans le cloud et dans les discussions avec les fournisseurs (cf. partie sur le multicloud).

Dans la discussion avec les *hyperscalers*, les intégrateurs peuvent apporter une importante valeur ajoutée grâce à l'activation de leviers de négociation tels que l'accès aux grands dirigeants et grâce à leurs expériences précédentes.

6.3 IMPLEMENTATION AVEC LES *HYPERSCALERS* ET LES INTEGRATEURS

Les membres du groupe de travail ont partagé leurs expériences également sur l'accompagnement et la mise en œuvre de leur programme de transformation cloud avec les fournisseurs.

Les *hyperscalers* ne sont pas organisés pour le déploiement de tous leurs clients, avec un différentiel de main d'œuvre très important, particulièrement pour les « *pure players* » tels que AWS et Google Cloud.

Il ressort des discussions que les entreprises se font généralement accompagnées par les intégrateurs au début de leur programme pour l'élaboration du *business case*, le changement de modèle opératoire, la réorganisation des équipes et l'accompagnement au quotidien. L'intégrateur apporte sa connaissance des pièges et astuces. L'intégrateur peut aussi avoir un rôle dans le financement du programme. Certaines entreprises ont évoqué des discussions d'achat de leur *datacenter* par l'intégrateur qui le reloue à l'entreprise afin que celle-ci puisse compter sur le montant pour l'investissement dans le cloud.

Cependant, il faut reconnaître que les intégrateurs et sociétés de conseil apprennent également « en marchant », aux côtés de leurs clients sur le terrain. De plus, une importante partie de la charge de travail pour l'élaboration de la feuille de route de la migration repose sur les équipes internes du fait de leur connaissance du portefeuille applicatif. La coordination entre intégrateur et entreprise et le portage fort des équipes internes sont ici aussi de vrais facteurs clés de réussite de la migration.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES - QUESTIONS OUVERTES

Le groupe de travail a constaté que la plupart des entreprises sont encore au début de leur utilisation du cloud. Les facilités offertes par la migration dans le cloud permettent d'accompagner la transformation et l'innovation des entreprises. Si les DSI ne choisissent pas de s'y intéresser, il y a de fortes chances pour que les directions métiers poussent ce choix. C'est pourquoi le Cigref recommande de se questionner collectivement et de façon proactive sur le sujet et sa mise en œuvre.

Ce groupe de travail a pu permettre de poser un grand nombre de questions, qu'elles soient économiques, juridiques, sécuritaires, technologiques, et a pu répondre en partie à certaines mais il en reste encore beaucoup. La poursuite du groupe de travail permettra d'approfondir certains sujets.

Ainsi, certaines questions restent ouvertes. On peut citer notamment les questions sur le financement et l'investissement nécessaires pour mettre en place le programme de la migration vers le cloud. Plusieurs solutions ont été mises en place ou envisagées par les entreprises qu'elles pourraient partager.

De plus, cela s'accompagne de réflexion sur la gestion du traitement comptable et financier du passage dans le cloud, du *run* et de la dette technique. Le changement de modèle financier du CAPEX à l'OPEX bouscule la gestion des dépenses SI. De nouvelles réglementations viennent aussi complexifier certains mécanismes internes qu'il faut considérer. A cela s'ajoutent les enjeux d'outillage et d'organisation du FinOps au sein des entreprises.

La migration vers le cloud et l'éclatement du SI vers de nombreux types d'hébergement questionnent la gestion des données dans des *datalakes* au sein d'un environnement cloud hybride et multicloud. La demande croissante des directions métiers qui s'approprient progressivement les possibilités offertes par les solutions autour des données est une bonne chose pour l'innovation des organisations mais doit être gérée au plus haut niveau via un pilotage responsable des portefeuilles projets.

Se pose aussi une question sur la formation des équipes de développement et de production, et surtout de leur productivité et de l'attractivité des équipes.

Enfin, au niveau technologique et pour faire face aux risques d'enfermement, il est possible de recourir à l'utilisation de l'open source pour garder la maîtrise de ses applications et de sa dépendance vis-à-vis des fournisseurs.

BIBLIOGRAPHIE

Précédents rapports du Cigref sur le sujet ou sur des sujets connexes :

[Fondamentaux du Cloud Computing](#), 2013

[Protection des données dans le cloud](#), avec l'AFAI et l'IFACI, 2013

[Réalité du cloud dans les grandes entreprises](#), 2015

[Perspectives Edge Computing et post-cloud](#), 2020

[Pilotage de la dette technique et obsolescence IT](#), 2021

[Référentiel du Cloud de confiance](#), 2021

RETOURS D'EXPERIENCES

RETOUR D'EXPERIENCE D'AMADEUS

Amadeus est une grande entreprise européenne d'importance cruciale dans les échanges internationaux. En 2019, elle faisait voyager 2 milliards de passagers, représentant 50 % du trafic mondial. Son cœur de métier est la distribution du voyage, grâce à une plateforme biface entre *providers* (compagnies aériennes, hôteliers, voyagistes, loueurs de voitures, etc.) d'un côté et agences de voyage de l'autre. En mode SaaS, Amadeus fournit ainsi des solutions technologiques aux compagnies aériennes (systèmes de réservation, inventaire, *yield management* et gestion de l'embarquement), à l'hôtellerie (réservation, accueil), et l'aéroportuaire (gestion des portes et du flux passager).

À l'été 2020, après une période d'expérimentation, Amadeus a pris la décision de migrer la totalité de son informatique dans le cloud public. En 2016, la DSI a pris les décisions de mettre en place un cloud privé, et d'expérimenter le cloud public, de travailler sur Kubernetes ainsi que de préparer l'applicatif au passage à des technologies cloud. A travers la mise en place du cloud privé et de l'utilisation du cloud public, Amadeus a pris conscience du niveau de sophistication des trois *hyperscalers* et de leur niveau de maîtrise technologique, supérieure à bien d'autres entreprises. Trois importants challenges ont motivé le choix d'un *hyperscaler* : les exigences de localisation de traitement des données, la latence et temps de réponse, et le maintien de leur leadership technologique face à la compétition.

Pour la totalité des clients, l'entreprise stocke et traite leurs données sur leur site du centre de calcul de Bavière en Allemagne. Cette situation devient complexe à maintenir car beaucoup de clients commencent à avoir des exigences de localisation de traitement des données, que ce soit du fait des réglementations nationales ou de leurs stratégies. En termes de temps de latence, les clients demandent souvent un temps de réponse inférieur à 10 millisecondes. L'entreprise gère ce qu'on appelle du « transactionnel lourd », c'est-à-dire environ 100 000 transactions utilisateur par seconde (comparable à Google). Amadeus doit gérer des SLA très exigeants de 99.95 % avec ses clients et parfois s'approche des 99,99 % contractuellement, hors maintenance planifiée. Le temps de réponse des services est très différenciant pour leurs clients et peut donc se traduire en gain de part de marché, or il faut pour cela une couverture mondiale, ce que seuls les *hyperscalers* peuvent proposer. En termes de leadership technologique, l'achat du matériel *hardware* nécessaire au maintien du centre de calcul devient compliqué. Les grands fournisseurs cloud sont de plus en plus performants grâce à l'utilisation de *hardware* propriétaire de très haut niveau (les processeurs ARM par exemple permettent 30 à 40 % de gain de performance), associés à un gap technologique également au niveau du réseau.

L'entreprise a ainsi émis un appel d'offres pour un contrat d'une migration dans le IaaS d'une durée sur 7 ans avec 3 ans de migration. Elle souhaite confier à un fournisseur cloud unique au moins 50 % des volumes, dans le cadre d'un contrat *worldwide* en tant que « partenaire ». Cela s'accompagne d'un certain nombre de conditions à négocier concernant les *Service-level Agreement and Objectives* (SLA/SLO), une garantie sur la localisation des données, des mécanismes de chiffrement, la juridiction, des droits d'audit, des compensations en cas de problème, des crédits de migration pour compenser le double hébergement temporaire, un accompagnement dédié pour la mise en œuvre sans avoir recours à un intégrateur, et la mise en place d'un vrai partenariat pour proposer des nouveaux services et offres ensemble. C'est finalement Microsoft qui a obtenu le contrat¹⁴.

¹⁴ Amadeus et Microsoft annoncent un partenariat stratégique – 2021 : <https://amadeus.com/fr/actualites/communiqu%C3%A9-de-presse/amadeus-et-microsoft-annoncent-un-partenariat-strategique-pour-accelerer-linnovation-dans-lunivers-du-voyage>

RETOUR D'EXPERIENCE D'AIR LIQUIDE

En 2013, le groupe Air Liquide a lancé une grande transformation de toute l'infrastructure du groupe. Porté par la Direction générale, ce programme de globalisation de l'infrastructure a été présenté comme un facteur de compétitivité et d'agilité de l'entreprise.

L'objectif est de transformer la perception de l'infrastructure de centre de coût en un centre de valeur. L'innovation perpétuelle permet d'obtenir une infrastructure plus résiliente et d'améliorer la sécurité des systèmes IT. La dette technique n'a pas été le facteur majeur d'adoption du cloud, car l'entreprise a tendance à isoler les environnements *legacy*.

Cette année-là, l'entreprise a donc commencé à structurer ses équipes, qui étaient très décentralisées, ce qui a conduit à la création du *Global Infrastructure Office (GIO)*, qui emploie 200 personnes et gère les contrats en infogérance pour le cloud. GIO opère une grande partie de l'infrastructure. L'entité gère un cloud privé via un infogérant avec une approche de coûts variables et a adopté une première stratégie de cloud public avec un partenaire privilégié (AWS). Au début de la transformation, Air liquide a également coconstruit avec une ESN un nouveau modèle opérationnel car le précédent était inapproprié au cloud et la « *migration factory* ».

Le GIO a fait le choix de ne pas mettre en place de *Cloud Management Platform (CMP)*. La CMP propose aux DSI métiers, qui sont moins « sachantes » que le GIO, d'avoir accès à tous les services en *self-service*. Néanmoins, la surcouche logicielle du CMP peut freiner l'usage des services. Le GIO a donc supervisé la constitution d'un catalogue de services et mis en place un portail pour les DSI afin de provisionner les briques d'infrastructure souhaitées, peu importe si cela concerne le cloud privé ou public.

En 2017, Air Liquide décide d'accélérer sur le cloud public après une grande étude sur les avantages du cloud public et notamment d'AWS. Le GIO prend la décision de créer un *cloud expertise center* (centre d'excellence) pour avoir à la fois les bonnes compétences intrinsèques et le bon état d'esprit.

2018 voit le passage à l'échelle de la stratégie avec la migration de l'infrastructure IT historique de la région Asie-Pacifique puis de l'Amérique du Nord. Air Liquide a choisi, en première étape, de faire 95 % de *lift and shift*, puis a compris devoir transformer les applications pour générer des économies et gagner en performance.

Le GIO a mis en place une usine à migration avec deux options : soit dans le cloud privé, soit dans le cloud public. Progressivement, l'adoption se propage dans l'entreprise grâce à l'action d'évangélistes cloud : l'intérêt du cloud est démontré, le *Total Cost of Ownership (TCO)* diminué, l'émulation créée. En Europe, 30 % des applications dans le cloud public ont été retravaillées en *replatforming*. Cela a permis de se confronter à la transformation applicative. Environ 5-6 applications sont reconçues en *cloud native* sur plus de 200 applications, les autres sont plutôt refactorisées.

Air Liquide a mis en place les bonnes pratiques de FinOps par eux-mêmes, s'appuyant sur l'utilisation d'outils tels qu'Aptio et de rapports comme Power BI pour être en totale maîtrise des coûts vis à vis du cloud et des métiers. Il faut penser à s'outiller pour passer à l'échelle, pour automatiser la détection de conformité et non-conformité et pour permettre l'auto remédiation.

La stratégie de cloud hybride, combinant l'utilisation de plusieurs types de ressources cloud (privé/public), devra être conservée pendant encore un certain temps, car certaines applications ne sont pas portables. Souvent, il est possible de faire un changement de fournisseur avec une remise en concurrence mais parfois cela est encore impossible. L'entreprise continue d'étudier toutes les options pour bénéficier du maximum des possibilités offertes par le cloud afin de rester compétitive.

RETOUR D'EXPERIENCE DE SODEXO

Sodexo, leader mondial des services de qualité de vie, a fait ses premiers pas dans le cloud d'AWS en 2014. Depuis 2018, le programme *Move to cloud* s'est structuré autour d'un important contrat de partenariat avec Azure¹⁵. Aujourd'hui, des applications assez conséquentes sont hébergées sur Azure, qui est aussi utilisé pour l'IoT, le big data, l'*Analytics*. Le cloud transforme les technologies dans les *datacenters* en des « commodités ». Cela apporte de l'agilité, de la rapidité, du passage à l'échelle, et une vraie automatisation des mises à jour (*evergreen*).

Avec plus de 100 millions de consommateurs servis chaque jour dans 64 pays, et 420 000 employés, Sodexo compte environ 35 000 sites, la plupart étant des sites de clients. L'entreprise a la particularité de posséder un historique d'entités multiples, diverses et autonomes, avec une organisation décentralisée. Depuis plusieurs années, la DSI a pour ambition de reconsolider les applications locales dans des *datacenters* standardisés et centralisés.

Dans la stratégie de migration dans le cloud, un des objectifs est la recentralisation et la standardisation des systèmes pour générer des économies d'échelle. Depuis septembre 2019, la DSI a encouragé cette globalisation et pris la décision d'une centralisation du budget. Cela a permis d'avoir une structure des *Total Cost of Ownership* identiques pour tous les pays et de réaliser des économies d'échelle sur les opérations.

A l'automne 2018, les équipes IT se lancent dans une grille d'évaluation des applications avec plusieurs options possibles pour les applications : (1) migrer dans le cloud chez Azure, (2) migrer dans un *Global datacenter*, (3) remplacer par une application globale, (4) remplacer par une application SaaS, ou (5) décommissionner. La migration dans le cloud a ainsi, et surtout, permis de faire un état des lieux du parc applicatif gigantesque et d'estimer le nombre d'applications à décommissionner.

Les autres moteurs sont aussi la rapidité de développement et de production, de création d'environnement (*time to market*) et la sécurité. Les impacts positifs sur la sécurité du SI sont très importants mais très difficiles à quantifier.

Les équipes IT de Sodexo ont fait le constat que l'option de *lift and shift* est très difficile pour certaines applications : il y a des problématiques de flux de réseau et surtout d'architecture, de sécurité et d'environnement. En effet, parfois l'entreprise n'a qu'un seul environnement de production, alors que la migration dans le cloud en crée forcément plusieurs, ce qui est nécessaire, plus sécurisé mais aussi plus cher. Certaines règles sont nécessaires pour faire un minimum de réingénierie de toutes les applications pour les rendre « migrables ». La DSI a eu besoin de définir l'architecture « *as is* » de l'application avant même de migrer. Il a donc fallu recréer de la documentation et réévaluer le risque de l'application (risque de criticité pour le support mais aussi pour les règles vers Azure).

L'entreprise a sollicité plusieurs types d'accompagnement de Microsoft. Microsoft apporte une expertise sur les outils et produits, mais l'opérationnel, les compétences et le *Finops* sont assurés par les équipes internes Sodexo avec l'approche du *test & learn*.

¹⁵ Sodexo et Microsoft annonce un partenariat mondial – 2018 <https://news.microsoft.com/fr-fr/2018/09/25/sodexo-et-microsoft-annoncent-un-partenariat-mondial-pour-ameliorer-la-gestion-du-facility-management/>

RETOUR D'EXPERIENCE DE STELLANTIS*

L'ex-Groupe PSA a choisi en 2018 de se lancer dans le cloud pour les nouvelles applications d'abord pour gagner en agilité, en flexibilité et en *time to market*. L'objectif est aussi de bénéficier des nouvelles technologies, pour le traitement des données notamment. L'approche choisie est « *PaaS first* » pour bénéficier des avantages, en termes de richesse fonctionnelle et de productivité, des services managés du cloud. Enfin, le groupe veut bénéficier de la couverture mondiale du cloud pour assurer le déploiement à l'échelle internationale de son système d'information.

Après un ralentissement de l'activité en 2020 du fait de la crise COVID-19, une accélération de l'adoption du cloud est prévue en 2021, avec notamment l'affichage d'une stratégie « *Cloud first* » pour les nouveaux développements.

Le programme *Move to cloud* de l'ex-Groupe PSA a été mis en place afin d'organiser une stratégie globale et de cadrer les initiatives de plus en plus nombreuses de développement et de déploiement dans le cloud public. Son but est de clarifier les objectifs et de définir les lignes directrices de l'utilisation du cloud public et d'en piloter l'adoption dans toutes ses composantes : techniques, économiques, organisationnelles et relatives aux compétences.

Dans le cadre de ce programme, la DSI a monté une équipe multidisciplinaire impliquant tous les métiers concernés pour gérer ce changement. Un comité mensuel avec le DSI et son équipe a été mis en place depuis le début, et continue à ce jour pour piloter le projet et apporter les arbitrages nécessaires. Des points réguliers sont organisés avec les principaux fournisseurs de cloud.

Les impacts du cloud sont nombreux et de différentes natures. L'un des principaux concerne l'architecture d'entreprise et particulièrement l'architecture des données. Là où l'entreprise avait construit, comme beaucoup d'autres, une vision centralisée et unique de son *Data Lake* permettant le développement de projets data basés sur une utilisation croisée de données de différents domaines, le cloud, par un mouvement centrifuge, engendre une distribution de la donnée dans différents clouds et différentes localisations, potentiellement éloignées.

Le challenge est désormais de continuer à donner une vue unifiée de cet univers distribué des données, autrement dit de construire un *Data Lake* distribué dans le cloud, à travers une architecture dite « *Data Mesh* ». Le défi est fonctionnel (la gouvernance des données) et technique (s'affranchir de la distance et de la latence). Plusieurs projets pilotes, basés sur des concepts et des technologies différents, sont en cours.

(*) Ce retour d'expérience est celui du Groupe PSA, au moment de la création de STELLANTIS. La politique cloud de STELLANTIS se construit désormais par des actions de convergence entre les stratégies de ex-PSA et ex-FCA.

RETOUR D'EXPERIENCE DE SYSTEME U

Le groupement U est une coopérative de la grande distribution alimentaire très ancrée dans les territoires, qui est gouvernée par 3 entités : U Enseigne coopérative, U Logistique, U IRIS. U IRIS est garant de l'ensemble des moyens IT : conception, développement, intégration, hébergement, exploitation, infrastructure, sécurité.

L'ambition de la transformation SI est de répondre aux enjeux de demain avec l'e-commerce, les nouveaux modes de consommation, la personnalisation de la relation client, l'évolution du marché de la distribution, l'automatisation des modes de production, la prédiction dans les systèmes d'approvisionnement. Les directions métiers ont construit un plan stratégique pour rénover les logiciels de la gestion commerciale centrale et magasins, de la logistique et de l'approvisionnement.

Système U a adopté une stratégie de migration dans le cloud assez récemment, avec une approche pragmatique d'adoption privilégiée des solutions SaaS. Les décisions de la DSI sont guidées par la valeur apportée aux métiers, la réactivité et le *time to market*. L'entreprise a fait le choix d'utiliser au maximum les services managés avec du *cloud first*, SaaS puis PaaS, et de les proposer à travers un catalogue de services dans le cloud, et par conséquent, de ne pas forcément migrer l'intégralité de son infrastructure dans le cloud.

U IRIS se positionne ainsi comme le fournisseur de services cloud pour l'entreprise : un « *cloud broker* » pour les clients internes. C'est une stratégie cloud hybride par nature, mais c'est aussi un choix car le SI actuel est résilient avec une très bonne qualité de service. La DSI effectuera un découpage fonctionnel du SI avec une ouverture par API et micro services, et basculera les nouvelles applications sur le cloud quand il y a un intérêt métier, en y associant la conteneurisation, y compris dans les *datacenters*.

L'entreprise rencontre deux défis majeurs : le FinOps, perçu comme un coût supplémentaire, avec une vraie difficulté de valoriser l'apport du cloud d'une part, et d'autre part, la réorganisation des équipes, afin d'éviter un SI à deux vitesses qui s'accompagne d'un besoin de formation des équipes dès le début, de trouver l'équilibre entre avoir les compétences multidisciplinaires dans les équipes mais aussi à les diffuser dans l'entreprise.

U IRIS a choisi la plateforme cloud de Google pour plusieurs raisons : la très bonne image de Google dans l'entreprise après le déploiement de GSuite, la conteneurisation possible avec l'automatisation de tous les déploiements via l'outil Terraform, la mise en place d'un projet Kubernetes associé au projet de migration cloud, ainsi que le lancement d'un important projet data. Google Cloud Platform étant basé sur des standards plus open source, notamment PostgreSQL, cela permet d'envisager des possibilités de repositionnement à l'avenir.

Dans le cadre de sa stratégie Data, U IRIS souhaite créer un point central d'accès pour mener des travaux analytiques, IA et autres, en consolidant toutes les données manipulées et les rendre accessibles en *self-service* directement aux métiers et enseignes, sans dépendre de l'IT. En 2016, la création d'un *big data* a permis d'ouvrir les données brutes (avec des outils dédiés) aux métiers. De 2019 à 2021, les métiers se sont emparés avec succès de la plateforme. Mais la plateforme analytique actuelle est lourde du fait d'un écosystème trop riche, de délais de reprise d'activité trop importants, d'une redondance de solutions SQL, et de croisements de données coûteux avec le SI décisionnel.

Fin 2020, U IRIS a lancé son programme Data.Next, afin de migrer ces 2 plateformes sur le cloud, ce qui a permis de comparer les solutions Big Query et Snowflake, toutes deux très appréciées par leurs clients respectifs. Google a été force de proposition en présentant la *roadmap* de Big Query avec des fonctions clés intéressantes, a aussi proposé un dispositif de sécurisation du *build* projet, avec un dispositif de pilotage par le *board* GCP. La DSI a fait le choix de migrer le *big data* puis le SI décisionnel l'année suivante en s'appuyant sur les capacités d'une équipe interne dédiée.



Au service de la croissance économique et de la compétitivité de nos membres, grandes entreprises et administrations publiques françaises, utilisatrices de solutions et services numériques, par la réussite du numérique

Le Cigref est un réseau de grandes entreprises et administrations publiques françaises qui a pour mission de développer la capacité de ses membres à intégrer et maîtriser le numérique. Par la qualité de sa réflexion et la représentativité de ses membres, il est un acteur fédérateur de la société numérique. Association loi 1901 créée en 1970, le Cigref n'exerce aucune activité lucrative.

Pour réussir sa mission, le Cigref s'appuie sur trois métiers, qui font sa singularité.

Appartenance

Le Cigref incarne une parole collective des grandes entreprises et administrations françaises autour du numérique. Ses membres partagent leurs expériences de l'utilisation des technologies au sein de groupes de travail afin de faire émerger les meilleures pratiques.

Intelligence

Le Cigref participe aux réflexions collectives sur les enjeux économiques et sociétaux des technologies de l'information. Fondé il y a près de 50 ans, étant l'une des plus anciennes associations numériques en France, il tire sa légitimité à la fois de son histoire et de sa maîtrise des sujets techniques, socle de compétences de savoir-faire, fondements du numérique.

Influence

Le Cigref fait connaître et respecter les intérêts légitimes de ses entreprises membres. Instance indépendante d'échange et de production entre praticiens et acteurs, Il est une référence reconnue par tout son écosystème.

www.cigref.fr
21 av. de Messine, 75008 Paris
+33 1 56 59 70 00
cigref@cigref.fr