

15/12/2017

IP-SUM



# Projet OpenStack

Mise en place d'une solution de  
Cloud Computing

BEKDACHE Ghilas, HAURAT Jonathan, JOILAN  
Mathieu

SOCIETE TRINESI

## Table des matières

Phase I – Préparation .....	4
Etat des lieux.....	4
Mise en situation fictive.....	4
Identification des acteurs .....	5
Création de l’entreprise IP-Sum.....	5
Création de l’entreprise Trinesi .....	6
Les responsables.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Formalisation de la demande .....	7
Prestations attendues.....	8
Fonction principale du projet .....	8
Sous-fonctions du projet .....	8
Objectifs finaux.....	9
Chronologie des actions à mener .....	10
Solution choisie.....	11
Conditions de travail chez IP-Sum .....	11
Architecture & Equipements d’IP-Sum.....	12
Connexions Internet .....	13
Phase II – Analyse .....	14
Domaine d’études du projet : le Cloud Computing.....	14
Qu’est-ce que le Cloud Computing ? .....	14
Une plateforme publique flexible .....	17
Haute Disponibilité.....	17
Evolutivité « horizontale » .....	17
Automatisation.....	18
Analyse PESTEL.....	19
OpenStack et RGPD.....	22
De quoi s’agit-il ?.....	22
Que faut-il mettre en place chez IP-Sum ? .....	23
Comment Trinesi va s’adapter ? .....	23
Analyse SWOT .....	24
Etude comparatives des solutions existantes.....	27
Critères .....	27

Etude de la solution OpenStack .....	32
Conclusion .....	42
Elaboration des scénarios .....	43
Réflexion .....	43
Présentation des résultats .....	44
Phase III - Mise en œuvre .....	45
Méthode de Management.....	46
Organisation et communication .....	47
Les outils.....	48
Planification .....	49
Planning prévisionnel .....	49
Plan de déploiement .....	49
GANTT Réel .....	50
Suivi de projet .....	52
Synthèse des objectifs.....	54
Conduire le changement.....	59
Gestion des risques.....	60
Phase IV – Compétences acquises.....	61
Retours d’expérience.....	61
Point de vue : Mathieu.....	61
Point de vue : Ghilas.....	61
Point de vue : Jonathan.....	61
Capitaliser l’expérience.....	62
Conclusion.....	64
Remerciements.....	66
Webographie .....	67

## Phase I – Préparation

Dans cette première partie, nous aborderons la phase de préparation au projet, c'est-à-dire l'état des lieux général avant même de commencer le projet, afin d'introduire et de comprendre la problématique et le contexte, et présenter ses différents acteurs.

### Etat des lieux

#### Mise en situation fictive

Dans le cadre de nos études en informatique, nous devons réaliser un projet. Ce projet sera typique d'une situation en entreprise. Compte tenu de la complexité et de l'ampleur du projet, deux ans seront nécessaires afin de fournir une solution totalement aboutie. La première phase, dédiée à l'acquisition de connaissances techniques sur la technologie, et sur le déploiement d'un cœur d'infrastructure, se déroulera du mois de Décembre 2017 au mois de Juillet 2018. La seconde phase, dédiée à l'automatisation, le couplage avec un autre groupe de projet, et l'ajout de diverses fonctionnalités, débutera en Juillet 2018 pour se finir aux environs du mois de Juin 2019. Dans notre cas nous avons choisi de créer un contexte fictif que nous allons vous présenter.

Nous avons donc choisi comme contexte une entreprise fictive employant environ 1000 personnes sur un site unique. Le secteur d'activité de cette entreprise est le développement logiciel. L'architecture réseau actuelle de l'entreprise nécessite d'être améliorée pour soutenir la charge de travail, mais aussi et surtout afin de proposer de nouveaux services d'hébergement de machines virtuelles à leurs clients. Nous partons du principe que le client assurera l'hébergement de l'infrastructure que nous allons proposer. Le socle de l'infrastructure est déjà présent : salle climatisée avec portes de sécurité, onduleurs et groupes électrogènes, etc. De plus, nous répondons à un appel d'offre posté par cette entreprise.

Nous avons à notre disposition trois serveurs sur lesquels nous réaliserons le projet. De plus, nous disposons de nos ordinateurs personnels pour faire divers tests.

Ainsi, les ressources matérielles dont nous disposons sont les suivantes :

Trois serveurs virtuels hébergés chez OVH, qui nous sont très gentiment prêtés par l'entreprise de Ghilas :

- Serveur « Contoller » : 3 CPU(s), 400 go de stockage (200 Go pour le système, 4 disques x 50 Go), 16 Go de RAM, deux cartes réseau (NAT et interne)
- Serveur « Compute » : 4 CPU(s), 150 go de stockage (100 Go pour le système et 50 Go pour le second disque), 16 Go de RAM, deux cartes réseau (NAT et interne)
- Serveur de Storage : 4 CPU(s), 150 go de stockage (100 Go pour le système, un disque de 50 Go), 16 Go de RAM, deux cartes réseau (NAT et interne)

Un ordinateur de bureau, avec un processeur Intel Core I7-6700K 4c/8t@4,2GHz, 16 Go de RAM DDR4 @3000MHz, un SSD de 512 Go et un disque dur de 3 To

Un ordinateur portable, avec un processeur Intel Core I5-5200M 2c/4t@3,1GHz, 8 Go de RAM DDR3 @1333MHz, un SSD de 128 Go et un disque dur de 1,5 To

Un ordinateur de bureau, avec un processeur Intel Core i5-6600K 4c/4t@3,9GHz, 8 Go de RAM DDR4, un SSD de 128 Go et un disque dur de 3 To

Un ordinateur de bureau, avec un processeur Intel Core i7-6500 CPU@2,5GHz, 8 Go de RAM DDR4, un SSD de 128 GO et un disque dur de 1 To

## Identification des acteurs

### Création de l'entreprise IP-Sum

L'entreprise **IP-Sum**, fondée en 1995 par Monsieur François PIGNON, a débuté son activité dans le développement d'applications métier en Visual Basic, C et Access.

Après des débuts parfois difficiles, l'entreprise IP-Sum, employant 6 personnes à l'origine, entra dans son âge d'or en sortant en 2003 une application de gestion de flottes de véhicules. Le succès de cette application fut immédiat, portant alors l'entreprise sur une vague de bouche-à-oreille qui fit exploser son carnet de commandes en un temps record.

Pour faire face à son succès grandissant, l'entreprise augmenta rapidement ses effectifs : 33 employés à la fin de l'année 2004, 42 en 2005, 86 en 2006, 210 en 2009, pour finalement arriver à 940 employés en 2017. Aujourd'hui, IP-Sum est basée à Lyon, affiche un chiffre d'affaire de 80 millions d'euros (pour l'année 2016) et touche différents secteurs d'activités tels que l'automobile, l'aéronautique ou encore l'industrie de l'agroalimentaire.

Pourtant, cette expansion rapide pose un léger problème : l'infrastructure informatique de la société montre parfois des faiblesses pour soutenir les requêtes de ses employés, et n'est pas adaptée pour supporter la mise en place d'une nouvelle offre qu'IP-Sum souhaite proposer à ses clients.

Au terme d'un appel d'offres (joint en **Annexe N°XIII**), et de plusieurs réunions d'avant-vente et de présentation de solutions, la tâche a finalement été confiée à un prestataire externe, la société **Trinesi**, spécialisée dans le déploiement d'environnements de Cloud Computing.

### *Caractéristiques juridiques de l'entreprise*

Forme Juridique : SAS

Dénomination Sociale : IP-Sum

Objet Social : Société de développement logiciel (code NAF 6201Z)

Siège social : 22, Avenue de l'Acacia, 69500 BRON

Chiffre d'affaire pour 2016 : 80 millions €

### Création de l'entreprise Trinesi

L'entreprise **Trinesi**, fondée en 2012 par 3 élèves de la promotion 2012 de la classe ESI au centre de formation d'**Isitech**, a vu le jour dans l'optique de proposer aux entreprises la mise en place de solutions de Cloud Computing basées sur la technologie OpenStack.

Comptant toujours les 3 employés fondateurs à la date de Janvier 2018, **Trinesi** affiche à son actif 15 projets réussis, la plupart ayant été mis en place dans des environnements de 700 à 1200 employés.

### *Caractéristiques juridiques de l'entreprise*

Forme Juridique : SAS

Dénomination Sociale : Trinesi

Objet Social : Société de services informatiques (code NAF 6203Z, Gestion d'installations informatiques)

Siège social : 221B, Rue de la Boulangerie, 69800 St-PRIEST

Chiffre d'affaire pour 2016 : 950.000€

## Les responsables

La maitrise d'ouvrage : Mike Morrison, directeur technique chez IP-Sum, sera le contact privilégié de la maitrise d'œuvre lors des réunions de suivi de projet.

Il représente également la hiérarchie de l'entreprise IP-Sum pour ce projet.

Le comité de pilotage : Ce comité a pour but de veiller au bon fonctionnement du projet et son avancé, ainsi il sera composé de :

- Mike Morrison
- Mathieu Joilan
- Ghilas Bekdache
- Jonathan Haurat

Les bénéficiaires : Ce projet de mise à niveau du système d'informations doit profiter à l'ensemble des salariés de l'entreprise. De plus, si l'ambition d'IP-Sum concernant la mise en place d'un service d'hébergement de machines virtuelles rencontre un succès, ce projet profitera également aux clients d'IP-Sum.

## Formalisation de la demande

Cette partie est traitée dans le premier paragraphe du Cahier des Charge (**Annexe N°IV**).

## Prestations attendues

L'architecture actuelle permet le bon fonctionnement de l'entreprise. L'objectif final de notre projet est de proposer un système d'informations urbanisé, **performant**, capable de répartir les rôles sur plusieurs serveurs, **flexible** via la modularité et la scalabilité, et **fiable**, tout en essayant d'en limiter les coûts de mise en service et de maintenance. Il doit également proposer un service de création d'infrastructures Cloud de type **IaaS**, **PaaS** et/ou **SaaS**<sup>1</sup>, suivant les besoins.

## Fonction principale du projet

Urbaniser l'infrastructure informatique de l'entreprise afin d'y intégrer des fonctionnalités de Cloud Computing.

## Sous-fonctions du projet

Outre son rôle principal d'offrir un support à la technologie Cloud, ce projet est caractérisé par plusieurs fonctions annexes :

- Etendre les capacités : Priorité maximale, la nouvelle infrastructure doit être à même de proposer de nouvelles perspectives d'évolution et de services.
- Améliorer les performances : Priorité élevée, l'infrastructure actuelle bénéficiera dans un premier temps de la mise en place de ce nouvel outil, qui se verra alors accueillir une partie de la charge de travail. A terme, si la solution est un succès, la reconversion de l'infrastructure actuelle visant à l'intégrer à la nouvelle solution devrait aussi permettre de mieux exploiter les ressources des machines.
- Augmenter la fiabilité : Priorité modérée, l'infrastructure actuelle peut rencontrer, lors de certains pics d'utilisation, des ralentissements menant occasionnellement à des coupures et des pertes de données. En améliorant les performances, nous améliorerons aussi la fiabilité du système d'information d'**IP-Sum**.
- Augmenter la sécurité : Priorité modérée, la mise en place de solutions natives à OpenStack, tels que des VLANs, pare-feux virtuels, ou encore d'**IDS**<sup>2</sup>/**IPS**<sup>3</sup> devrait, à terme, relever le niveau global de sécurité du système d'information.

---

<sup>1</sup> Ces différentes infrastructures sont détaillées dans le paragraphe « Qu'est-ce que le Cloud Computing ? », au chapitre 2 de ce document.

<sup>2</sup> IDS : Intrusion Detection System, sorte de pare-feu « passif », spécialisé dans la détection de tentatives d'attaques.

<sup>3</sup> IPS : Intrusion Prevention System, souvent couplé à un IDS, l'IPS cherchera à bloquer les attaques.



## Objectifs finaux

Avoir une infrastructure aux normes de sécurité actuelles (VLANs, sous-réseaux IP, pare-feu, IPS/IDS), capable d'évoluer avec un minimum de difficulté, proposant une grande souplesse, et ayant de bonnes performances d'exploitation. En outre, il faut pouvoir mettre en ligne de nouveaux environnements virtualisés, de façon automatique ou manuelle, afin de répondre rapidement aux besoins des utilisateurs.

Cette infrastructure doit permettre à IP-Sum une élasticité sur son orientation future et permettre de développer de nouveaux services axés sur le Cloud Computing.

## Chronologie des actions à mener

Avant de débiter la mise en production de la solution, quelques étapes doivent d'abord être réalisées en amont. Voici un déroulé illustrant le processus de conception de la solution :

1. Dans un premier temps, il nous faut analyser le système d'information de la société IP-Sum : nous devons connaître le nombre d'employés par service, les besoins en ressources de chaque service, et la configuration de l'infrastructure informatique. Etant donné que la première année d'exploitation de la solution proposée se fera sur une nouvelle infrastructure, il n'est pas nécessaire d'analyser de façon poussée le comportement du SI actuel. Cette étape d'analyses aura pour objectif de permettre à la maîtrise d'œuvre de mieux cibler les attentes des utilisateurs, et d'évaluer les besoins matériels pour répondre à cette demande. C'est également à ce moment que sera rédigé et validé un cahier des charges.
2. Une fois ces analyses terminées, nous élaborerons des devis de matériel, main-d'œuvre et maintenance. S'il y a acceptation de devis, nous élaborerons alors un plan de déploiement adapté et un planning prévisionnel.
3. L'étape suivante portera sur la configuration du matériel : installation des systèmes d'exploitations et paquets, configuration des rôles, tests de fonctionnement. Tout ceci se fera dans les locaux de **Trinesi**.
4. Par la suite, lorsque tous les tests réalisés à l'étape 3) seront au vert, nous conviendrons avec les responsables d'IP-Sum d'un créneau horaire suffisant pour nous permettre de venir installer les nouveaux matériels. Une dernière série de tests sera alors effectuée à l'issue de l'installation, afin de vérifier le bon fonctionnement et l'accessibilité de la solution.
5. Enfin, il faudra exporter certains environnements de production afin de les placer sur la nouvelle structure, et modifier les accès pour permettre aux employés de commencer à exploiter la solution.

## Solution choisie

OpenStack est une solution Open Source, permettant de déployer rapidement des infrastructures complètes de Cloud Computing. C'est une solution développée et/ou utilisée par des grands noms de la technologie et de l'informatique, tels que OVH, Cisco, HP, la NASA, IBM, etc.

C'est aussi une solution modulaire, dans laquelle nous pouvons choisir les « briques » fournissant les services dont nous avons besoin. Ces différents services communiquent entre eux au moyen d'**APIs**<sup>4</sup>, l'un des services de base se chargeant d'authentifier les communications entre les services.

C'est une solution dont la puissance, la flexibilité et la fiabilité ont été démontrées à maintes reprises, en constante évolution, avec une clientèle en hausse depuis le premier jour.

## Conditions de travail chez IP-Sum

La société IP-Sum est implantée sur un campus de trois bâtiments, et accueille aujourd'hui près d'un millier d'employés sur ce site. Les bâtiments étant adjacents, des travaux furent réalisés au fur et à mesure de leur acquisition afin de ne former qu'une unique structure, tout en séparant les différents pôles de développement pour un meilleur « confort ».

Ainsi, le bâtiment A est le plus petit des trois, avec une capacité d'accueil de 86 employés. Historiquement, il s'agit du tout premier local dans lequel IP-Sum s'est installé à sa création en 1995. Etant le cœur historique, c'est aujourd'hui encore dans ce bâtiment que se trouvent les bureaux de la direction, de la comptabilité, et du pôle de développement spécialisé dans le langage C et Visual Basic. Le bâtiment, s'étalant sur deux étages en tout, était à l'origine un ensemble de bureaux sous-loués à diverses sociétés, dont la jeune IP-Sum. Avec la croissance rapide de cette dernière, il fut décidé d'acheter les locaux attenants à mesure que ceux-ci se libéraient. A compter du mois de Mai 2006, tout le bâtiment A appartenait à la société, et aucune place n'était vacante.

A ce titre, et compte tenu de la charge croissante de travail, le besoin d'augmenter la force de travail de l'entreprise se faisait de plus en plus présent, poussant ainsi à l'acquisition de locaux supplémentaires dans le bâtiment B, adossé au bâtiment A. Celui-ci est toutefois bien plus grand, car haut de 4 étages, avec une capacité d'accueil de près de 650 personnes en tout. Aujourd'hui, une partie de cette capacité d'accueil fut sacrifiée afin d'aménager la salle serveurs, au second étage, avec toutes les infrastructures annexes qui en assurent la sécurité et le bon fonctionnement. Le bâtiment B abrite les divers pôles de

---

<sup>4</sup> API : Application Programming Interface, interface de communication permettant à un logiciel de fournir des services à d'autres logiciels.

développement web, la division de développement mobile, et l'unité commerciale de l'entreprise, pour un total des 580 personnes.

Enfin, les premiers bureaux du bâtiment C furent achetés début 2013. D'une taille comprise entre celle des deux premiers, ce bâtiment accueille le support technique, l'unité d'administration système, et le pôle de recherche et développement, pour un total de 274 employés. Bien sûr, chaque bâtiment dispose de salles de réunion, d'espaces de stockage, de même qu'une cafétéria assez imposante au 3<sup>ème</sup> étage bâtiment B, donnant sur une terrasse aménagée sur le toit du bâtiment A.

#### Architecture & Equipements d'IP-Sum

A la date du 22 Mai 2018, la salle serveur de la société IP-Sum contient 5 baies, dont une actuellement inutilisée. Voici la nature et la répartition (de bas en haut) des matériels dans ces baies :

1. Baie N°1 (Unité(s) libre(s) : 1/42) : Baie de serveurs de virtualisation & stockage
  - 1.1. U1 à U40 : 20 serveurs de virtualisation/stockage Dell PowerEdge R730
  - 1.2. U42: 1 switch CISCO Catalyst C2960X-24TS-L
2. Baie N°2 (Unité(s) libre(s) : 33/42) : Baie de serveurs mixtes
  - 2.1. U1 à U4 : 2 serveurs de virtualisation/stockage Dell PowerEdge R730
  - 2.2. U5 à U8 : 4 serveurs multiusage Dell PowerEdge R630
  - 2.3. U42: 1 switch CISCO Catalyst C2960X-24TS-L
3. Baie N°3 (Unité(s) libre(s) : 0/42) : Baie de commutation
  - 3.1. U1 à U42: 42 switches manageables CISCO Small Business SF300-24 24 ports

Les switches sont interconnectés via les ports GBIC configurés en FastEthernet. Les 24 ports de chaque switch sont ensuite connectés sur les arrivées utilisateur de la baie de brassage.

4. Baie N°4 (Unité(s) libre(s) : 0/42) : Baie de brassage
  - 4.1. U1 à U42: 42 panels RJ42 24 ports Goobay Patch-Panel CAT6

Les arrivées réseau sont connectées à la baie de commutation, et elles desservent les différents open-spaces, bureaux et salles de réunions du site.

5. Baie N°5 (Unité(s) libre(s) : 42/42) : Baie de réserve

Il reste actuellement 76 unités de rack disponibles.

L'alimentation électrique des matériels est assurée par la salle de servitude. Les arrivées électriques du bâtiment sont branchées sur les onduleurs installés dans cette salle, qui alimentent à leur tour les arrivées électriques de la salle serveurs. Les onduleurs sont dimensionnés pour répondre aux besoins énergétiques de la totalité des équipements actuellement en place dans la salle serveur. Le dernier rapport du test de charge effectué le Vendredi 30 Mars 2018, effectué en interne par IP-Sum, indique que les onduleurs peuvent

alimenter la totalité de la salle serveurs pendant près de 23 minutes en cas de coupure de courant.

Voici nos estimations sur l'impact qu'auront nos serveurs sur l'autonomie du cluster d'onduleurs :

A l'heure actuelle, les onduleurs soutiennent un total d'environ 28.100 Watts :

- 22 serveurs Dell PowerEdge R730 de 1100 Watts ;
- 4 serveurs Dell PowerEdge R630 de 750 Watts ;
- 42 switches CISCO Small Business SF300-24 de 17 Watts ;
- 2 switches CISCO Catalyst C2960X-24TS-L de 90 Watts ;

Le matériel que nous avons l'intention d'ajouter se compose de :

- 4 serveur HPE ProLiant DL380 Gen9 de 800 Watts ;
- 4 serveurs Cisco UCS SmartPlay Select C240 M4S Standard 2 de 930 Watts ;
- 4 serveurs Lenovo SR630 de 750 Watts ;
- 4 routeurs Juniper Networks ACX Series 1100 de 85 Watts ;
- 4 switches HPE 5500-48G-PoE+ 4SFP de 90 Watts (1440 si utilisés en PoE).

Ce sont donc près de 10.620 Watts qui viennent s'ajouter 28.100 Watts de l'infrastructure actuelle, soit une augmentation d'environ 37,8% de la consommation électrique, qui réduira d'autant l'autonomie du groupe d'onduleurs. Ainsi, nous passerions de 23 minutes à environ 14 minutes d'autonomie, en supposant que les machines fonctionnent à pleine charge.

Il est généralement considéré qu'un onduleur doit pouvoir maintenir l'alimentation d'un serveur pendant au moins 8 minutes, le temps pour le serveur d'arrêter proprement ses services, et de s'éteindre normalement. Nous sommes donc en accord avec cette règle.

Enfin, le refroidissement de la salle est assuré par un groupe froid redondé, dont les unités de refroidissement sont situées à l'extérieur de la salle.

### Connexions Internet

Au moment de la rédaction de ce document, IP-Sum possède 3 liaisons Internet :

- Une ligne fibre 10 Gbps symétrique dédiée à débit garanti, qui est la ligne principale.
- Une ligne fibre 200 Mbps symétrique dédiée, faisant office de ligne de secours en cas de défaillance du lien principal.
- Une ligne SDSL 20 Mbps, utilisée pour le trafic VoIP entre l'extérieur et le PBX installé chez IP-Sum.

La première phase du projet étant de ne rendre la plateforme Cloud accessible qu'en interne, la qualité des liaisons Internet n'est pas un problème dans l'immédiat. Toutefois, si cette première phase se trouve être concluante, menant ainsi le projet au stade supérieur, l'ajout d'une ligne dédiée à ce qui sera alors un Cloud publique semble inévitable si l'on veut garantir des performances optimales.

## Phase II – Analyse

Cette seconde partie est dédiée aux diverses analyses que nous avons menées, afin de mieux saisir l'environnement économique, social et technologique de ce projet.

### Domaine d'études du projet : le Cloud Computing

Qu'est-ce que le Cloud Computing ?

Contrairement à ce que l'on pourrait supposer, le *Cloud Computing*, bien souvent abrégé en « cloud », est avant tout un modèle économique de type **Pay Per Use**. Bien entendu, l'aspect technologique représente une part énorme de l'anatomie d'un cloud, car il est ici question de louer des ressources informatiques en fonction de nos besoins. En outre, le cloud offre une flexibilité inégalée à ses clients, leur offrant ainsi la possibilité d'obtenir juste ce dont ils ont besoin en termes de ressources informatiques et /ou de fonctionnalités, et pour la durée de leur choix. Ainsi, il n'est plus indispensable d'acheter serveurs et routeurs au sein d'une entreprise, puisque le cloud propose ces ressources à la location, avec la possibilité d'augmenter ou de réduire en quelques secondes la quantité de ressources disponibles, le tout avec un minimum de gestion voir automatisé.

Le cloud est l'évolution logique des technologies informatiques, ainsi que de l'état d'esprit de ses utilisateurs et administrateurs. Encore aujourd'hui, l'industrie informatique se base majoritairement sur un modèle d'investissement de type « J'achète, j'héberge, je maintiens », dans lequel le consommateur doit non seulement déboursier de l'argent pour acquérir le matériel nécessaire au fonctionnement de son entreprise, mais doit en plus fournir un espace pour héberger ce matériel, et doit continuer à payer des employés ou des sous-traitants pour assurer la maintenance et l'évolution de ce matériel, avec des délais pouvant atteindre plusieurs jours sur certaines tâches de maintenance. Sous l'effet de la situation économique mondiale, chaque entreprise cherche à se démarquer de ses concurrents dans le but de pérenniser son avenir, il est donc essentiel de ne pas avoir à s'embarasser avec des contraintes superflues. Afin d'y arriver, les entreprises veulent réduire leurs frais d'investissements, leurs coûts d'exploitation, et également les délais de maintenance de leurs systèmes d'informations. En réunissant toutes ces demandes, nous comprenons l'intérêt évident d'une infrastructure externalisée, dont la gestion n'est plus du tout notre problème. L'utilisateur final ne consomme plus l'informatique comme un produit qu'il faut posséder, mais plutôt comme un service auquel il nous suffit de souscrire, avec tous les avantages qui en découlent. Les entreprises peuvent maintenant payer uniquement pour les ressources qu'elles consomment réellement, sans se soucier un seul instant des coûts de mise à niveau, des frais de maintenance, ou des délais d'intervention en cas de problème.

Le cloud étant un modèle, il repose sur un certain nombre de points clés qui le caractérisent. Ici, nous pouvons en citer quatre, qui sont véritablement les piliers de ce service :

- **Pay Per Use** : La consommation en ressources est mesurée de façon simple et précise, permettant de ne payer que ce qui est réellement utilisé par le consommateur.

- **Elasticité** : A tout instant, le consommateur peut augmenter ou réduire les capacités de son infrastructure afin de l'adapter au mieux à ses besoins, pour un prix aussi bas que possible. Cette élasticité peut d'ailleurs être automatisée, afin d'offrir une totale transparence aux yeux du client.
- **Facilité d'accès** : Les services sont proposés par le fournisseur via une plateforme web, permettant au consommateur de se connecter facilement à ses services.
- **Mutualisation des ressources** : Le fournisseur organise son infrastructure informatique de façon à assigner et réassigner facilement et automatiquement ses ressources en fonction de la demande.

De plus, il est intéressant de noter que le cloud est divisé en trois catégories de services :

- **IaaS (Infrastructure as a Service)** : Une offre **IaaS** donne accès au consommateur à un parc informatique virtualisé contenant des machines virtuelles, des espaces de stockage, des applications, des solutions réseaux (pare-feu, VLAN), etc. C'est un parc évolutif, dont la scalabilité peut être gérée manuellement ou automatiquement. L'un des principaux fournisseurs de services **IaaS** est **Amazon Web Services**.
- **PaaS (Platform as a Service)** : Dans le cas d'un **PaaS**, le fournisseur gère (en plus de la couche matérielle inhérente à une **IaaS**) l'environnement système, ainsi que les outils d'infrastructure. Le consommateur est alors en charge des applications, et peut ajouter ses propres outils. Parmi les principaux fournisseurs de services **PaaS**, nous pouvons citer **Google App Engine**.
- **SaaS (Software as a Service)** : Les offres de type **SaaS** sont en réalité les premiers types de cloud ayant vu le jour. Il s'agit ici pour le fournisseur de proposer à ses clients une application, utilisable directement et de n'importe où, toute la partie gestion et maintenance étant du ressort du fournisseur. Dans les services **SaaS**, nous pouvons citer : **Gmail**, **Github**, **Dropbox**, **Salesforce**, etc.

Le tableau récapitulatif ci-dessous illustre les différences majeures entre ces trois types de services.

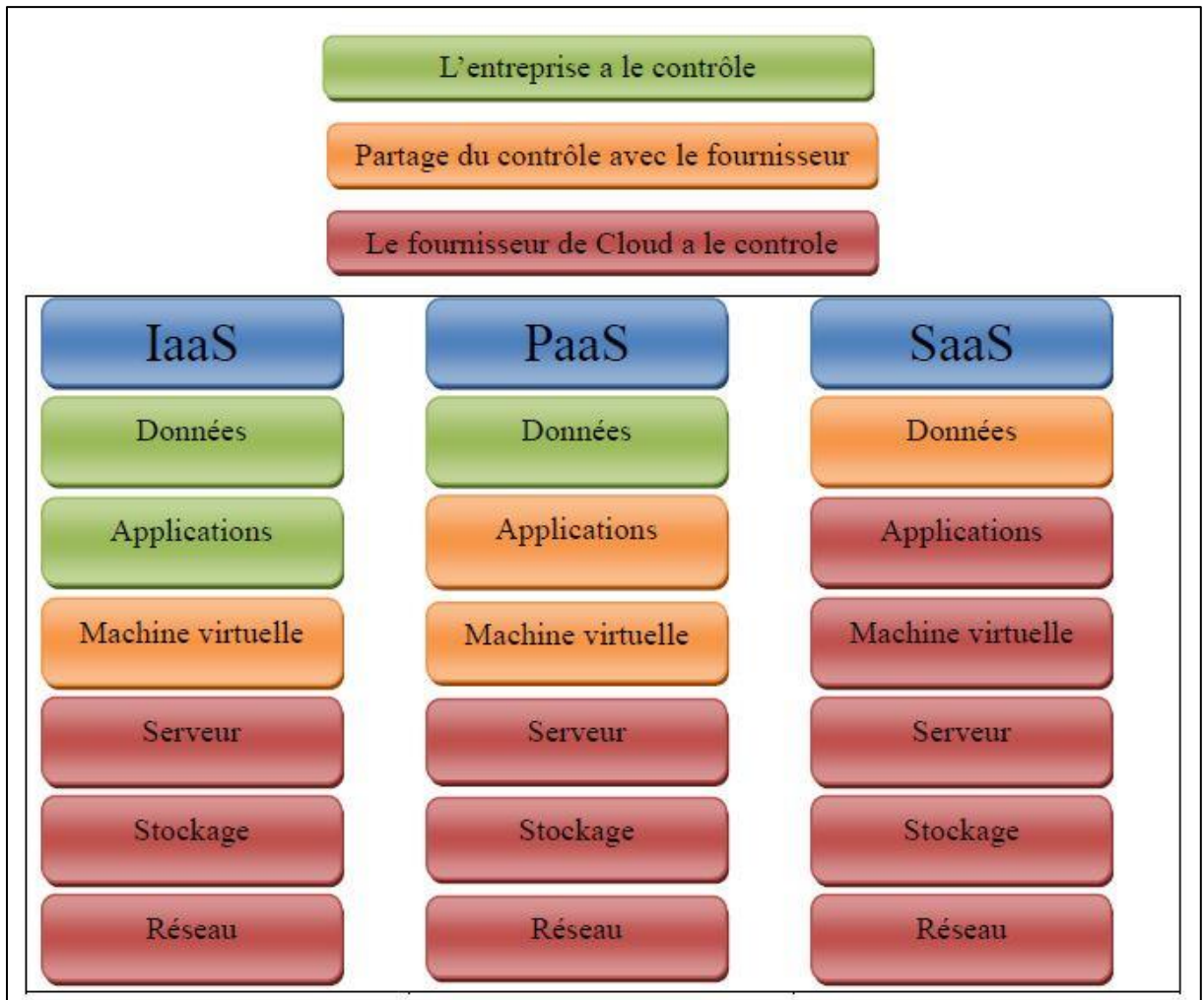


Figure 1- Illustration des différents services cloud



### Une plateforme publique flexible

Afin de répondre à la problématique de ce projet, il nous faut mettre en place une plateforme capable de couvrir les différents besoins actuels et futurs de la société IP-Sum. Elle doit proposer :

- Des déploiements d'instances de machines virtuelles à partir d'un catalogue préétabli, pouvant être complété aux besoins par le consommateur. Ces instances doivent pouvoir être créées, détruites, redémarrées, suspendues ou redémarrées, et leur espace de stockage doit être éphémère ou persistant suivant les besoins.
- Des espaces de stockage « par bloc » pour offrir un stockage permanent sur des instances, et également un stockage « objet » pouvant être partagé entre différentes instances, de façon simultanée.
- Des services réseaux basiques, tels que l'assignation d'adresses IP privées et publiques, mais aussi des services avancés, tels que la mise en place de VLAN pour isoler des segments de l'infrastructure virtuelle. D'autres fonctionnalités, comme la création de VPN, pare-feu/IDS, ou encore la prise en charge de l'équilibrage de charge entre instances seraient un plus non-négligeable.
- Un système de monitoring capable de relever des données télémétriques, afin d'obtenir des statistiques claires et précises sur l'utilisation des ressources pour chaque utilisateur.

### Haute Disponibilité

Compte tenu de la nature de cette installation, il est nécessaire de prendre des mesures visant à assurer la continuité de service. Le matériel supportant la plateforme doit donc être constitué de clusters, de sorte que la panne d'un élément du cluster n'entraîne pas l'interruption du service fourni par ce dernier. La redondance des données est également un point essentiel afin d'assurer la survie du système, des fichiers de configuration, et des données critiques des utilisateurs en cas de défaillance d'un disque ou d'un serveur. Toutefois, la haute-disponibilité des instances n'est pas une priorité, bien qu'elle puisse être assurée par la mise en place d'un partage de charge inter-instances.

### Evolutivité « horizontale »

L'un des principaux problèmes auquel doivent faire face les entreprises est le redimensionnement de leur système d'information, qui doit pouvoir voir ses capacités augmenter facilement, si possible à prix réduit, et en ayant le plus faible impact possible sur la continuité de service. Pour se faire, il existe deux possibilités :

- L'évolutivité « verticale » : Dans ce cas de figure, le matériel en production est remplacé ou upgradé. On conserve alors le même nombre de nœuds, mais leur puissance individuelle augmente. Deux inconvénients majeurs peuvent se poser ici, le premier étant que les procédures d'évolutivité verticale impliquent généralement un temps de coupure parfois important lors de la mise à niveau. Le second inconvénient est qu'en fonctionnant avec un nombre réduit de nœuds, les risques de pertes de

performances (voire de coupure totale de service) en cas de panne sont plus élevés que dans le cas d’une évolutivité horizontale. Elle a cependant le mérite de limiter l’espace requis pour héberger les machines, ce qui peut s’avérer être un atout financier.

- L’évolutivité « horizontale » : Ici, la philosophie est l’exact inverse du cas précédent. Plutôt que de mettre à niveau le matériel existant, on ajoute simplement de nouvelles machines à côté de celles déjà en place ! Cette solution peut être plus onéreuse que la première, et nécessite plus de place pour l’hébergement des machines. Cependant, à investissement équivalent, le gain en capacités et la stabilité globale de l’infrastructure sont plus importants dans ce cas de figure. En effet, avec plus de machines au sein d’un même cluster, la charge de travail se trouve divisée par le nombre de nœuds dans le cluster, et la défaillance d’un nœud sur cent est bien moins gênante que la panne d’un serveur dans un cluster de quatre machines. Il est souvent plus sage d’avoir deux ou trois serveurs de milieu de gamme travaillant ensemble, plutôt qu’un seul serveur « high-end ».

Dans notre cas de figure, le concept d’évolutivité horizontale englobe également la mise en place d’une fonction d’**Auto-Scaling**, qui devra permettre d’ajouter ou de supprimer automatiquement des instances au sein d’un cluster d’équilibrage afin d’assurer au mieux la répartition de charge.

### Automatisation

L’infrastructure dont il est question ici pourrait, à terme, compter des dizaines, voire des centaines de serveurs. L’automatisation des tâches de maintenance et de gestion est donc un point essentiel si l’on veut gagner du temps et limiter les risques d’erreur humaine. Des scripts et des outils doivent donc être mis en place pour répondre à la plupart des cas de figure suivants :

- Installation d’un nouveau nœud
- Configuration d’un rôle
- Création d’instances
- Basculement de charge
- Tests matériels et logiciels
- Reporting
- Conversion de serveur

Dans un premier temps, le cœur d’infrastructure étant de petite taille, l’automatisation n’est pas une priorité, mais devra être sérieusement étudiée dans la seconde phase du projet.

## Analyse PESTEL

Nous venons de traiter l'environnement technologique propre à la solution choisie. Toutefois, cela n'est pas suffisant, et c'est pour cette raison qu'il nous faut avoir recours à une analyse **PESTEL** (*Politique, Economique, Sociologique, Technologique, Ecologique, Légal*). Cette démarche permet de réaliser un premier diagnostic sur l'influence du produit selon plusieurs critères environnementaux.

OpenStack est une solution logicielle de Cloud Computing, typiquement déployée dans des datacenters. Ce sont des environnements devant obéir à des normes strictes, à cause de l'importance du service proposé : le stockage massif de donnée.

### Politique

L'Etat, ainsi que de multiples organismes tels que **Uptime Institute, ISO, SOC, HDA/HADS, PCI DSS, OHSAS, SSAE-16, TSI FeDRAM, HIPAA, NIST**, ou encore **Trusted Site Infrastructure**, imposent aux datacenters des normes et des standards qui concernent :

- Le traitement et la fiabilité de la donnée,
- La conformité du service fourni par le datacenter,
- La sécurité physique et logicielle du datacenter et de ses données,
- La disponibilité de la donnée.

Plusieurs Etats encouragent, subventionnent ou obligent à concevoir les datacenters sur le territoire national. Par exemple, la France subventionne la création de services d'hébergement de données sur le territoire.

### Economique

De nos jours, la digitalisation numérique a le vent en poupe. Ce virage technologique est immanquable, le risque étant de ne plus être à la page et de faire faillite.

La digitalisation offre aux entreprises :

- \* Evolution : la donnée est pérenne, plus accessible et plus simple à partager.
- \* Rentabilité : on gagne en temps, productivité et confort

Les datacenters sont les supports de cette technologie, ce sont eux qui stockent et travaillent la donnée. Leur rentabilité est donc primordiale, elle se calcule sur deux points, le service proposé et la gestion des ressources utilisées.

\* Services : stockage, traitement de la donnée, cloud et l'économie as a Service (IaaS, PaaS, SaaS) :

C'est un milieu très concurrentiel, les grandes entreprises créent leurs datacenters et proposent de vendre leurs services. Les plus petites entreprises font héberger leurs données. On tend de moins en moins à créer son data center mais plutôt à louer un serveur.

- \* La gestion optimisée des ressources fait partie de la rentabilité d'un datacenter :

$$\text{PUE} = \frac{\text{Energie totale consommée par le centre informatique}}{\text{Energie consommée par les équipements informatiques}}$$

La rentabilité se calcule aussi en fonction d'un coefficient, le PUE (Power Usage Efficient), mais aussi en fonction du « Tier » du datacenter. Cela concerne alors tout ce qui touche à la consommation électrique tel que le système de refroidissement, les équipements informatiques, mais aussi la fiabilité, la confidentialité et la disponibilité qui ici a pour critère une maintenance par an qui n'interrompt pas les services du data center. Le PUE peut-être optimisé avec une bonne allocation des ressources matérielles et logicielles (type de virtualisation, stockage...).

En ce qui concerne la concurrence du cloud, celle-ci est de plus en plus rude, à cause de la très forte présence sur les marchés de géants, tels que Amazon et son offre S3 Web Services.

Il faut noter qu'OpenStack est une solution libre, et est donc gratuite.

### *Sociologique*

Aujourd'hui, que ce soient pour les entreprises ou les particuliers, une part toujours plus importante des données est hébergée en datacenters, et le recours aux solutions de Cloud Computing s'intensifie. Cela fait maintenant partie de notre quotidien, et que l'on en soit conscient ou non, une vaste majorité des services que nous utilisons jour après jour ne pourraient plus fonctionner sans ce genre de supports technologiques. La digitalisation a rendu le partage de la donnée infiniment plus rapide, voire instantané, et offre de remarquables gains de temps (et par extension, de productivité) à toute la population utilisant internet. Elle permet également à de nouveaux business de voir le jour, tels que la « Technology as a Service ».

L'avènement du monde digital a changé la façon de travailler de chacun, les tâches professionnelles et les outils de travail ayant évolué avec la technologie.

### *Technologie*

Bien que l'aspect technologique ait été traité au chapitre précédent, nous avons tout de même rédigé ici un résumé afin d'avoir un PESTEL complet.

OpenStack offre une solution logicielle de Cloud Computing. Ce package côtoie les importantes innovations technologiques de l'IT tel que la virtualisation, la conteneurisation, le stockage objet ou encore le SDN. Cet ensemble de briques logicielles se place comme une solution au cœur des nouveaux problèmes technologiques du monde informatique, évoluant au même rythme que les technologies liées au stockage et au traitement de la donnée.

### *Ecologie*

Les datacenters sont de gros consommateurs d'énergie. Il faut autant d'énergie pour les alimenter que pour les refroidir, la température étant un critère majeur pour leur bon fonctionnement. Il faut savoir que les ordinateurs sont sans nul doute les machines ayant le plus mauvais rendement énergétique au monde, la quasi-totalité de cette énergie se

transformant en chaleur lors de leur fonctionnement. OpenStack est une solution reposant fondamentalement sur la virtualisation, ce qui signifie que l'on peut faire fonctionner plusieurs « ordinateurs » avec une même machine physique.

Ainsi, plutôt que d'être obligé d'avoir, par exemple, 10 ordinateurs différents pour assurer 10 services distincts et incompatibles, il est possible de mettre en place des « barrières logicielles » dans une seule machine, qui pourra alors assurer les 10 services en même temps. La virtualisation permet ainsi d'exploiter au mieux les performances d'un ordinateur, et se pose comme étant une solution « eco-friendly », car dans notre exemple, nous avons probablement divisé par 5 la facture énergétique, sans compter les économies faites sur la construction, le transport et le recyclage des 9 autres ordinateurs, devenus inutiles.

Aujourd'hui des organismes, tels que **Green IT**, militent pour une démarche écologique du numérique. Cet organisme fait de la prévention sur les risques écologiques de l'IT, qui est responsable de 2% des émissions des gaz à effet de serre dans le monde. De plus, **Green IT** propose des formations et solutions d'amélioration concernant la consommation électrique. Le Cloud Computing se tourne de plus en plus vers le développement durable.

### *Législatif*

De multiples lois existent concernant les datacenters, au vu de la valeur de leur contenu. Ces lois concernent les standards d'un datacenter d'un point de vue sécurité, sur son lieu de résidence, mais aussi au niveau de la protection, de l'appartenance et du traitement de la donnée. Droits sur les données avec :

- \* HIPAA : Lois visant à garantir la protection de la donnée d'un patient dans un milieu médical, elle facilite aussi l'envoi de données médicales.

- \* GDPR : C'est le texte européen définissant la protection de la donnée à caractère personnel applicable à partir du 25/05/2018.

- \* L'ANSSI qui certifie les entreprises et établissements publique en fonction de la sensibilité de l'information (secret défense, diffusion restreinte...).

## OpenStack et RGPD

### De quoi s'agit-il ?

En vue de la nouvelle loi sur la protection des données, il nous faut être en conformité avec le **RGPD**<sup>5</sup>.

Cette réglementation complète et remplace les règles déjà existantes en France et soumises au contrôle de la Commission Nationale Informatique et Libertés.

Cette réglementation est entrée en vigueur le 25 mai 2018.

Les données personnelles doivent être :

- Traitées de manière licite, loyale et transparente au regard de la personne concernée : les personnes doivent être informées des traitements qui utilisent leurs données personnelles ;
- Collectées pour des finalités déterminées, explicites et légitimes, et ne pas être traitées ultérieurement d'une manière incompatible avec ces finalités ;
- Adéquates, pertinentes et limitées à ce qui est nécessaire au regard des finalités pour lesquelles elles sont traitées ;
- Exactes et, si nécessaire, tenues à jour ;
- Conservées sous une forme permettant l'identification des personnes concernées pendant une durée n'excédant pas celle nécessaire au regard des finalités pour lesquelles elles sont traitées ;
- Traitées de façon à garantir une sécurité appropriée des données à caractère personnel, y compris la protection contre le traitement non autorisé ou illicite et contre la perte, la destruction ou les dégâts d'origine accidentelle, à l'aide de mesures techniques ou organisationnelles appropriées.

Le choix des actions à mettre en œuvre doit résulter d'une analyse concernant :

- Le volume des données collectées et traitées
- La sensibilité des données
- Le besoin lié à l'activité de l'entreprise.

Il est nécessaire de mettre en place les protections adaptées, et notamment de se prémunir contre les intrusions et autres piratages des systèmes d'information.

---

<sup>5</sup> Règlement Général sur la Protection des Données

## Que faut-il mettre en place chez IP-Sum ?

- Cartographier les applications et flux de données
- Identifier les données personnelles et les processus associés
- Identifier les risques et les actions correctives
- Prouver que l'on ait besoin (ou non) d'un **DPO**<sup>6</sup>
- Tenir un registre

La CNIL édite plusieurs guides pour mettre en place le RGPD dans votre entreprise, et des sociétés spécialisées peuvent vous conseiller dans ce domaine. L'expert-comptable et le conseiller juridique peuvent également être de bon conseil.

## Comment Trinesi va s'adapter ?

Les serveurs OpenStack peuvent posséder des données personnelles :

- Pour les salariés (numéro de téléphone, adresse mail, mot de passe, contrat)
- Pour les clients et leurs contacts (adresse, numéros de téléphone et fax, adresse mail, login et mot de passe...)
- Pour les fournisseurs et leurs contacts (idem).

Sauf cas particulier, il ne s'agit pas de données sensibles (pas de données relatives à la religion, à la santé, à la situation familiale, à la situation financière).

Afin de vous permettre d'appliquer au mieux la réglementation européenne avec Trinesi, quelques évolutions vont être réalisées :

- Possibilité de stocker le consentement des personnes au stockage et à l'utilisation de leurs données personnelles ;
- Possibilité de supprimer automatiquement les données personnelles à l'issue d'un délai paramétrable (par exemple, pour les clients qui n'ont pas acheté depuis X années) ;
- Chiffrement des données sensibles au niveau de la base de données ;
- Meilleure gestion de la confidentialité des mots de passe.

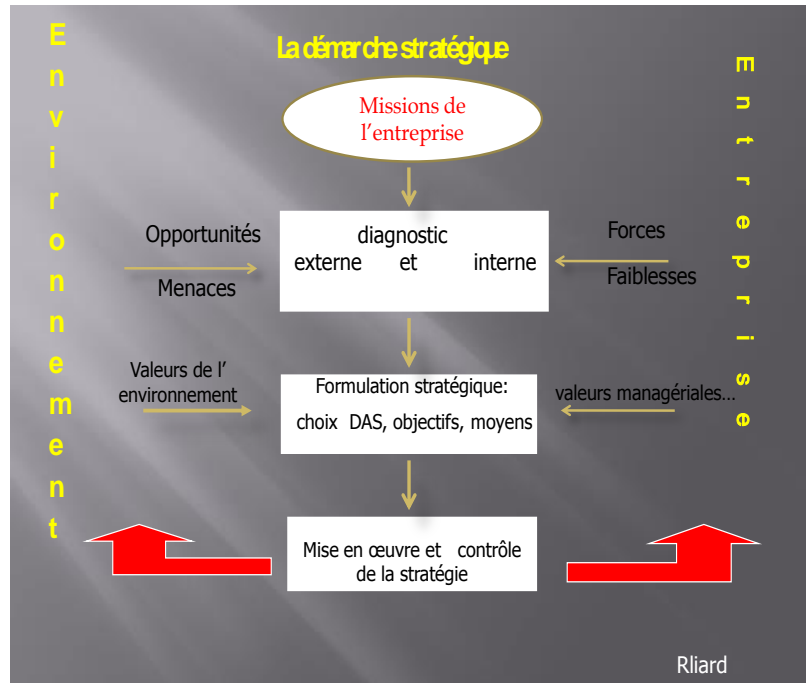
Par ailleurs, nous allons faire évoluer nos procédures internes, pour permettre de corriger des anomalies, nous avons parfois besoin de récupérer sur nos serveurs une copie de la base de données. Dans ce cas, sauf si les données sont nécessaires pour trouver

---

<sup>6</sup> Data Protection Officer : personne chargée de veiller au respect des règles instaurées dans le cadre du RGPD

l'origine du problème, nous supprimerons systématiquement les données personnelles stockées dans la copie de base.

## Analyse SWOT



De l'analyse PESTEL découle une matrice SWOT, qui nous aidera à élaborer une stratégie de conception autour de notre produit en considérant ses forces, ses faiblesses, ses opportunités et ses menaces. Ces analyses permettent d'adopter une stratégie pour l'entreprise et définir le business plan.

### 1. L'identification des facteurs clé de succès

**Le diagnostic externe** décèle les opportunités et les menaces de l'environnement global, et l'environnement plus spécifique à l'activité, et doit permettre d'identifier les facteurs clés de succès. En d'autres termes, il s'agit ici de faire ressortir les variables d'action essentielles qu'une organisation doit maîtriser afin d'assurer sa pérennité, et de dominer ses concurrents (qualité, réactivité, différenciation, technologie).

### 2. La capacité à détenir un avantage concurrentiel durable

**Le diagnostic interne** doit permettre de mettre en évidence les ressources rares, ayant de la valeur, peu substituables, peu imitables, et les compétences distinctives ou clés qui vont procurer à l'entreprise un avantage concurrentiel durable. Mais disposer de ressources rares ne suffit pas, il faut savoir les mobiliser et les associer pour obtenir un avantage concurrentiel.



	Les plus (+)	Les moins (-)
<b>Diagnostic interne</b>	<b>Forces</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rentabilité</li> <li>- Compétences techniques</li> <li>- Organisation rationnelle</li> <li>- Communauté forte</li> <li>- Budget de recherche</li> </ul>	<b>Faiblesses</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Complexité technique</li> <li>- Interopérabilité</li> <li>- Aboutissants inconnus</li> <li>- Latence mise à jour des packages</li> <li>- Confiance des utilisateurs sur la sécurité des données.</li> </ul>
<b>Diagnostic externe</b>	<b>Opportunités</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitalisation et marché du cloud est grandissant.</li> <li>- Adaptabilité d'OpenStack</li> <li>- Maturité du Cloud Computing</li> </ul>	<b>Menaces</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D'autres solutions naissantes.</li> <li>- Modification des lois, normes, standards en matière de data center.</li> <li>- Modification des coûts énergétique.</li> </ul>

*Ci-dessus, une matrice SWOT (FFMO) caractérisant la solution OpenStack.*

#### **Forces :**

Le choix d'utiliser OpenStack : cette solution est libre, et est supportée par d'importantes communautés qui offrent un budget de recherche, ainsi qu'une documentation bien fournie.

Le regard des entreprises est tourné vers l'évolution, et cela se traduit par la digitalisation et donc par le stockage de la donnée, mais aussi et surtout par son accessibilité. Les solutions de Cloud sont donc pointées du doigt.

Cette solution logicielle est capable aussi bien de répondre à un besoin précis comme à un ensemble de besoins. Elle est dite modulaire et polymorphe.

La société **Trinesi** dispose d'une infrastructure de test. Son équipe de travail est dynamique, motivée, possède une bonne cohésion et une organisation rationnelle.

#### **Faiblesses :**

Etant gérée par plusieurs entreprises, il y a des risques de conflits d'intérêts, et nous n'avons aucune maîtrise sur les aboutissants de la solution. En outre, sa feuille de route, susceptible d'indiquer avec plus ou moins de précision l'allure de la solution dans quelques années, nous est inconnue.

Interopérabilité limitée : OpenStack fonctionne peu avec d'autres produits, bien qu'aujourd'hui, il ait cette volonté d'inverser ce critère avec ACI, NSX ou encore Nebula.

Possède une certaine latence à la mise à jour des packages.

Sa complexité d'apprentissage est sans nul doute sa plus grande faiblesse.

**Opportunités :**

Le marché du cloud est grandissant, et OpenStack possède une bonne position dans le classement. Il est estimé que ses revenus pourraient atteindre 5 milliards de dollars en 2020 ([451research.com](https://www.451research.com), 2016), ce qui traduit bien la réussite de cette solution.

Le monde atteint une certaine maturité dans l'environnement du Cloud Computing. Il est plus aisément accepté, et chaque solution possède sa communauté d'utilisateurs et de contributeurs. OpenStack n'y fait pas exception, et peut se vanter d'avoir une communauté assez imposante, et plutôt active.

L'adaptabilité d'OpenStack au niveau des différentes infrastructures du client est un atout certain.

**Menaces :**

De nouvelles versions du logiciel ont lieu tous les 6 mois. Cela crée un risque de non adaptabilité pour un client. Exemple : Debian 9 n'est pas supporté sur les versions récentes d'OpenStack après le 22/02/2017. L'obsolescence d'une version peut donc être atteinte en l'espace de deux ans (voire moins), ce qui implique de prévoir assez régulièrement des missions de mise à niveau.

## Etude comparatives des solutions existantes

Ici aura lieu une étude de plusieurs solutions afin de confirmer notre choix. Nous comparerons ces solutions sur certains points importants, et nous chercherons à connaître les points forts et les points faibles.

### Critères

#### *Architectures & Services*

Les besoins en termes d'architecture de cloud sont les suivants :

- Gestion de la virtualisation : Gère les instances, entre la création et les paramètres tout en utilisant différents hyperviseurs.
- Gestion des images : permet le stockage et l'utilisation d'instances
- Gestion des requêtes : transmet de façon intègre les requêtes des services.
- Gestion de la télémétrie : permet la surveillance, le contrôle de l'état de santé du réseau.
- Gestion du stockage : permet de stocker les données et les images.
- Gestion de l'orchestration : Sert à déployer l'infrastructure
- Service de base de données : la donnée des services se sauvegarde
- Service réseau : Attribut les besoins réseaux aux instances.





#### *Besoins*

La solution la plus adéquate doit également répondre à différents besoins :

- ✓ Economique, évolutif, code source ouvert -≥ Open Source sécurisé sous licence libre
- ✓ La facilité d'installation et de déploiement
- ✓ Extensibilité
- ✓ Modulaire et innovante
- ✓ S'adaptant à tous types d'infrastructures existantes
- ✓ S'adressant à toutes les tailles d'entreprise
- ✓ Documentation fournie

### Solutions existantes

De plus en plus d'acteurs de la **Technology As A Service** ont émergé ces dernières années. Chaque solution a ses fonctionnalités, sa maturité ainsi que sa documentation. Cette section vise à avoir une vue du marché du Cloud Computing et d'identifier la plus adaptée à notre besoin.

Solutions	Créateur	Première version	Dernière version	Langages	Environnements	Sociétés utilisant
	NASA et l'hébergeur Américain Rackspace	21 octobre 2010	Queens (28 février 2018)	Python	Multi-plateforme	-NASA Jet Propulsion Laboratory - BMW - CERN - Intel - PayPal - Wikipedia
	Université de Californie	29 mai 2009	30 août 2017	Java, C, également une version « Entreprise » sous licence propriétaire.	Linux	- Electronic Arts - Sony - Nasa - AppDynamics
	Union Européenne	1er mars 2008	5.2.11 (4 janvier 2017)	C++, C, Ruby, Java, Shell	Linux	- BlackBerry - Harvard University - Unity
	VMware	2011	2.1.3 (Depuis 25 mai 2017)	Code source propriétaire	Linux	- SNCF - Oney Banque Accord - Orange Business Services - Airbus France

On constate que ce tableau présente une partie des acteurs du Cloud Computing. Les solutions ont pour similitude leur récence, on pourra ainsi comparer la différence d'une solution payante d'une solution open source, et voir comment chacune d'entre elle a évolué ces dernières années.

Afin de faire le choix d'une solution de virtualisation, il faut s'appuyer sur certaines fonctionnalités. Nous définirons les plus importantes dans les points suivants.

		OpenStack	Eucalyptus	OpenNebula	Cloud foundation
Type de Cloud		Pu/Hy/Pr	Pr	Pu/Hy/Pr	Pu/Hy/Pr
Architecture		Modulaire	5 Composants	Monolith.	Modulaire
Contrôleurs	Haute-Disponibilité	✓	✓	✓	✓
	Balancement de charge	✓			✓
Hyperviseurs supportés	KVM	✓	✓	✓	
	XenServer	✓			
	Xen	✓			
	QEMU	✓			
	LXC	✓			
	VMWare	✓	✓	✓	✓
	Hyper-V	✓			✓
	Docker	✓			✓
	PowerKVM	✓			✓
Réseaux	Isolation Simple (type VLAN)	✓	✓	✓	✓
	SDN (OpenFlow /Open vSwitch)	✓		✓	✓
	Support solutions matérielles	✓			
	QoS	✓		✓	✓
	Intrusion détection système	✓			
	Load Balancing	✓			✓
	Firewalls	✓		✓	✓
	VPN	✓			✓
Eléments supplémentaires	Web UI	Minimaliste	Très limitée	Très limitée	
	Compatibilité EC2	Bonne	Excellente	Partielle	✓
	Service de Monitoring	Nagios	Nagios/Ganglia	Intégré ou Ganglia	Sddc
	Service de Télémétrie	Ceilometer	N/A	Intégré	Intégré
Communautés Activité développement	Documentation	Forte	Moyenne	Moyenne	Moyenne
	Communauté	Grande	Faible	Faible	Faible
	Activité dev.	Très Elevé	Faible	Faible	Très Elevé
	Installation	Difficile	Difficile	Facile	Moyen

*Comparatif de compatibilité*

	OpenStack	Eucalyptus	OpenNebula	Cloud Foundation
Stockage	<b>Bien</b> , juste l'essentiel, espace de stockage partagé	<b>Très bien</b> , un contrôleur principal (Walrus) et des contrôleurs de stockage sur chaque nœud	<b>Neutre</b> , par défaut, il copie les machines virtuelles en SSH, gère un répertoire partagé via NFS et il est possible d'utiliser une solution complémentaire comme un système de fichiers distribué	<b>Moyen</b> , Vsan (système de stockage partagé de VMware) tous les serveurs ne peuvent pas l'utiliser
Hyperviseur	Xen, KVM	Xen, KVM	Xen, KVM, VMware	Vsphere
Réseau	<b>Limité</b> , non prévu pour un déploiement sur un réseau complexe	<b>Bien</b> , on peut configurer deux types de réseau (public et privé)	<b>Avantages et inconvénients</b> , Automatisé pour un réseau simple, manuel via une contextualisation sur un réseau complexe	<b>Bien</b> , NSX : Software Defined Network, basé sur des règles de filtrage
Sécurité	<b>Très bien</b> , authentification utilisateur	<b>Bien</b> , chaque contrôleur est authentifié par clé SSH et fichiers de permission pour authentifier toutes les transactions	<b>Neutre</b> , prévu pour des utilisateurs de confiance (besoin d'accès au frontend pour l'administration via libvirt)	<b>Très bien</b> , Chiffrement vSphere, chiffrement vSan, micro segmentation NSX
Installation	<b>Difficile</b> , installation automatisée et documentée	<b>Problématique</b> , dépend de l'environnement réseau et matériel, difficulté en environnement hétérogène	<b>Manuelle</b> , installation facile sur les distributions supportées (dont Debian et Ubuntu)	<b>Manuelle</b> , installation facile et déploiement rapide
Maturité	<b>Jeune</b> , mais prometteur. Soutenu par de grands acteurs de différents secteurs (informatique, aéronautique, etc)	<b>Aboutie</b> , solution intégrée à Ubuntu Server, produit complet avec une interface de gestion web fonctionnelle.	<b>Avancée</b> , deuxième version stable, solution supportée par Debian	<b>Aboutie</b> , solution fonctionnelle
Extensibilité	<b>Facile</b> , OpenStack est écrit en Python et est à première vue simple d'accès	<b>Difficile</b> , Eucalyptus s'appuie sur le SDK Java et le code est peu accessible. La solution est compatible avec les API Amazon EC2	<b>Excellente</b> , OpenNebula est écrit en Ruby de façon compréhensive, et facilement extensible via une architecture à base de drivers.	<b>Difficile</b> , produit coûteux, code source cachée
Flexibilité	<b>Bonne</b> , Openstack se décline en deux versions orientées stockage et une version orientée applications, ce qui permet d'adapter le cloud à ses besoins	<b>Très bonne</b> , tant que l'on reste dans une architecture classique, sa grande modularité est un atout qui permet facilement de déployer sur une architecture multi-sites et permet également de l'étendre à la demande	<b>Excellente</b> , au prix d'une conception très épurée. Il s'avère très flexible et donne beaucoup de possibilités à l'utilisateur en lui laissant des possibilités de configurations très proches de celles des hyperviseurs supportés	<b>Moyen</b> , peu de compatibilité

*Comparatif d'efficacité des solutions par caractéristique principale*

Les tableaux vus précédemment comparent quelques solutions du marché, et en voici un nouveau qui montre à quel point les utilisateurs utilisent ces solutions de nos jours. Cet indice montre à quel point les solutions ont atteint un stade de maturité dans les entreprises.

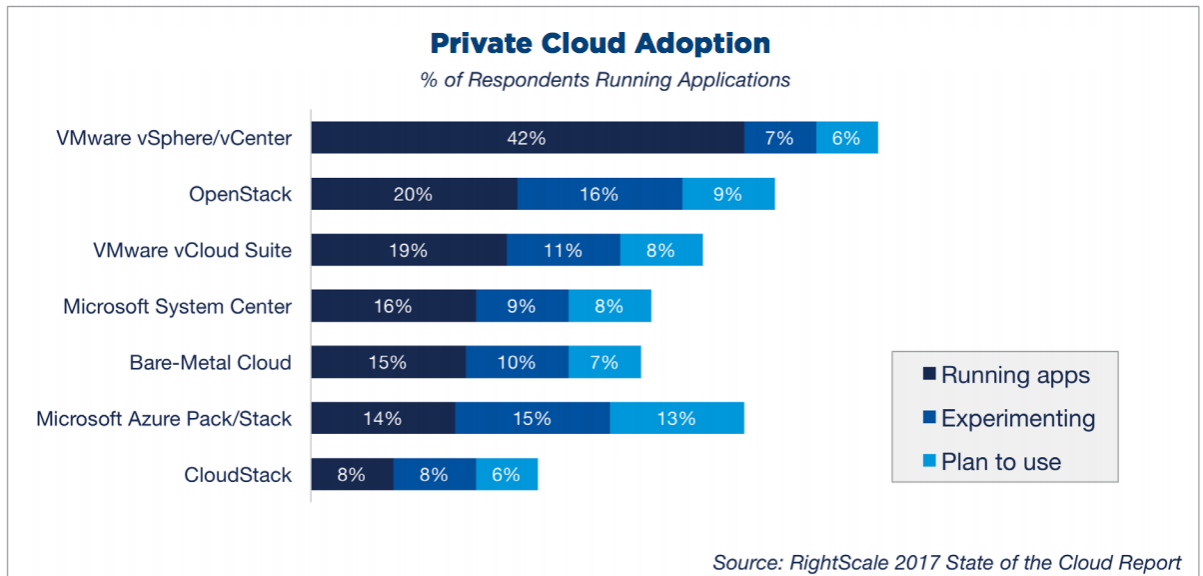


Figure 2 - Parts de marché des principales solutions Cloud

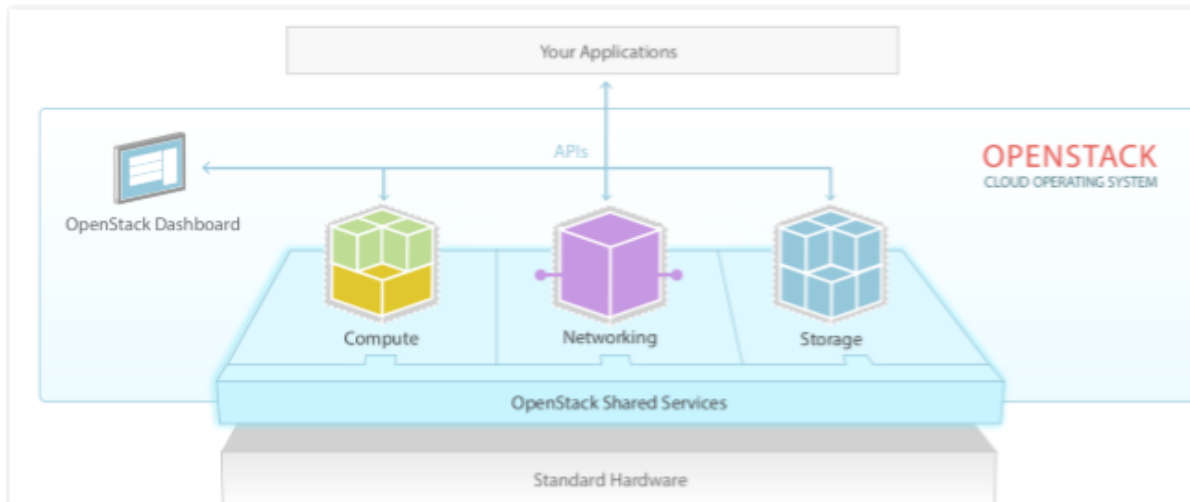
Nous déduisons de cette étude comparative la concordance que possède OpenStack avec les critères attendus. De plus, nous avons décidé de prendre contact avec des professionnels du Cloud Computing, afin de leur faire remplir un questionnaire. Nous avons compilé leurs réponses dans l'Annexe N°X. Notre choix s'est donc porté vers OpenStack.

## Etude de la solution OpenStack

Dans cette partie, nous allons aborder plusieurs sujets, afin de comprendre le fonctionnement d'OpenStack en commençant par son architecture et celle de ses différents modules. Nous traiterons ainsi la question de la sécurité, voir comment il s'adapte à l'entreprise, et ce qu'il peut apporter.

### Présentation OpenStack

OpenStack est un ensemble de modules logiciels permettant de faire du Cloud Computing Hybride, c'est-à-dire que qu'il fonctionne sur le réseau interne et/ou externe. C'est un avantage considérable que d'autres solutions ne possèdent pas forcément.



OpenStack est la solution qui a le vent en poupe, notamment par son importante communauté : la **OpenStack Foundation**. Elle compte 60 000 membres et comprend des acteurs majeurs du monde informatique. Elle se compose entres autres de :

**Editeurs** : Red Hat, Suse, Canonical, Vmware, ...

**Constructeurs** : IBM, HP, Dell, ...

**Constructeurs/réseau** : Juniper, Cisco, ...

**Constructeurs/stockage** : NetApp, Hitachi, ...

**Autres entreprises** : NASA, Rackspace, Yahoo, OVH, Citrix, SAP, ... Google (depuis juillet 2015)

La fondation subvient à ses besoins grâce à son marketing, les événements auxquels elle participe, ou encore qu'elle organise. Ce sont principalement des forums, des conventions où ils font leur publicité.

### Le choix du système d'exploitation

Nous avons fait un choix qui peut paraître, à première vue, assez surprenant.



En effet, s'il était assez clair dès le début que nous allions orienter nos recherches et expériences sur des distributions Ubuntu Server (choix motivé par affinité personnelle avec ces systèmes, mais surtout par les avis très positifs de la communauté vis-à-vis de l'association « Ubuntu Server/OpenStack »), nous avons le choix entre deux versions majeures : 16.04.1 LTS, et la version stable la plus récente : 17.10.1.

En fin de compte, le choix fut assez rapide, là encore motivé par la recherche de sécurité et de tranquillité d'esprit, et c'est pour cela que nous avons choisi la version 16.04.1 LTS. Comme le sigle « LTS » (Long Time Support) le laisse entendre, cette version bénéficiera de mises à jour de sécurité au moins jusqu'en Avril 2021, alors que la version 17.10.1 ne sera supportée que jusqu'en Juillet 2018.

Ainsi, la version 17.10.1, bien qu'apportant de nouvelles fonctionnalités et une sécurité native plus importante que la version 16.04.1 LTS, n'est pas un choix judicieux pour un projet à long terme, car les nouvelles failles de sécurité qui seront découvertes après expiration de la période de support risquent de ne pas être corrigées, au même titre que toute forme de bug ou autre dysfonctionnement.

### *Les version OpenStack*

OpenStack est en constante évolution, et comme aucun système n'est jamais parfait, il faut bien proposer des mises à jour pour améliorer les performances, ajouter des fonctionnalités, renforcer la sécurité, etc. Voici la liste des versions, et leur année de sortie :

- Austin (2010)
- Bexar (2011)
- Cactus (2011)
- Diablo (2011)
- Essex (2012)
- Folsom (2012)
- Grizzly (2013)
- Havana (2013)
- Icehouse (2014)
- Juno (2014)
- Kilo (2015)
- Liberty (2015)
- Mitaka (2016)
- Newton (2016)
- Ocata (2017)
- Pike (2017)
- Queens (2018)

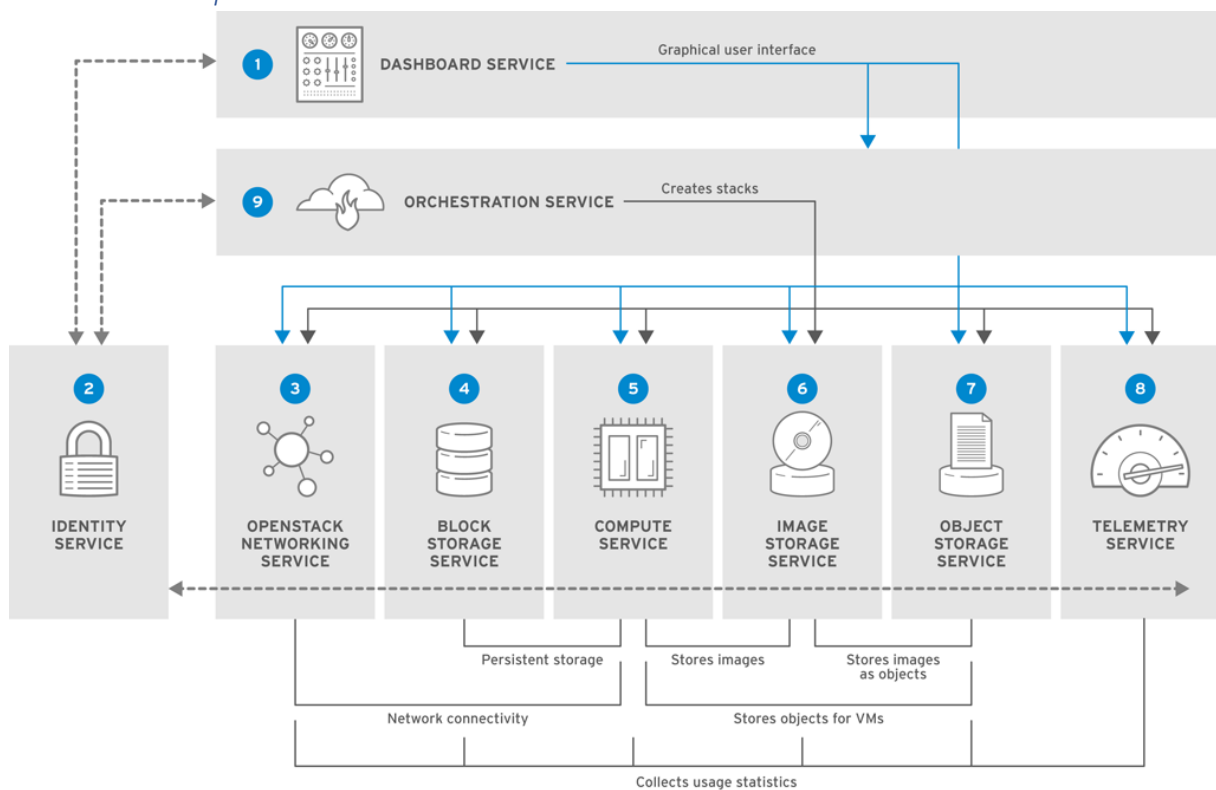
A la date de lancement de notre projet, à savoir durant le mois de Décembre 2017, la version la plus récente d'OpenStack, Pike, venait d'être lancée, et était même proposée

comme package natif sur la distribution Ubuntu Server 17.10.1, elle aussi délivrée durant cette période en version Bêta finale.

Toutefois, nous nous sommes rendu compte qu'il subsistait certains bugs sur cette version, entraînant parfois des baisses de performances assez conséquentes, voire même l'arrêt de certains services.

A la date de rédaction du présent document (rédaction débutée le samedi 3 mars 2018), ces bugs sont très certainement résolus, mais le temps étant une ressource précieuse, nous avons choisi dès le départ de ne pas prendre le risque d'attendre l'arrivée hypothétique de ces correctifs, et avons donc commencé toutes nos études en nous basant sur la version précédente d'OpenStack, baptisée Ocata, dont la fiabilité a été éprouvée par sa vaste communauté d'utilisateurs. Une mise à niveau devra toutefois être étudiée, étant donné que la date de fin de vie programmée pour cette version a été fixée au 27 Août 2018.

### *L'architecture OpenStack*



RHELOSP\_347192\_1015

OpenStack compte principalement 9 services distincts :

1. Nova, pour le calcul
2. Neutron, pour le réseau
3. Swift, pour le stockage objet
4. Cinder, pour le stockage par blocs
5. Keystone, pour assurer l'identité
6. Glance, pour les images
7. Ceilometer, pour la télémétrie
8. Horizon, pour le tableau de bord
9. Heat, pour l'orchestration

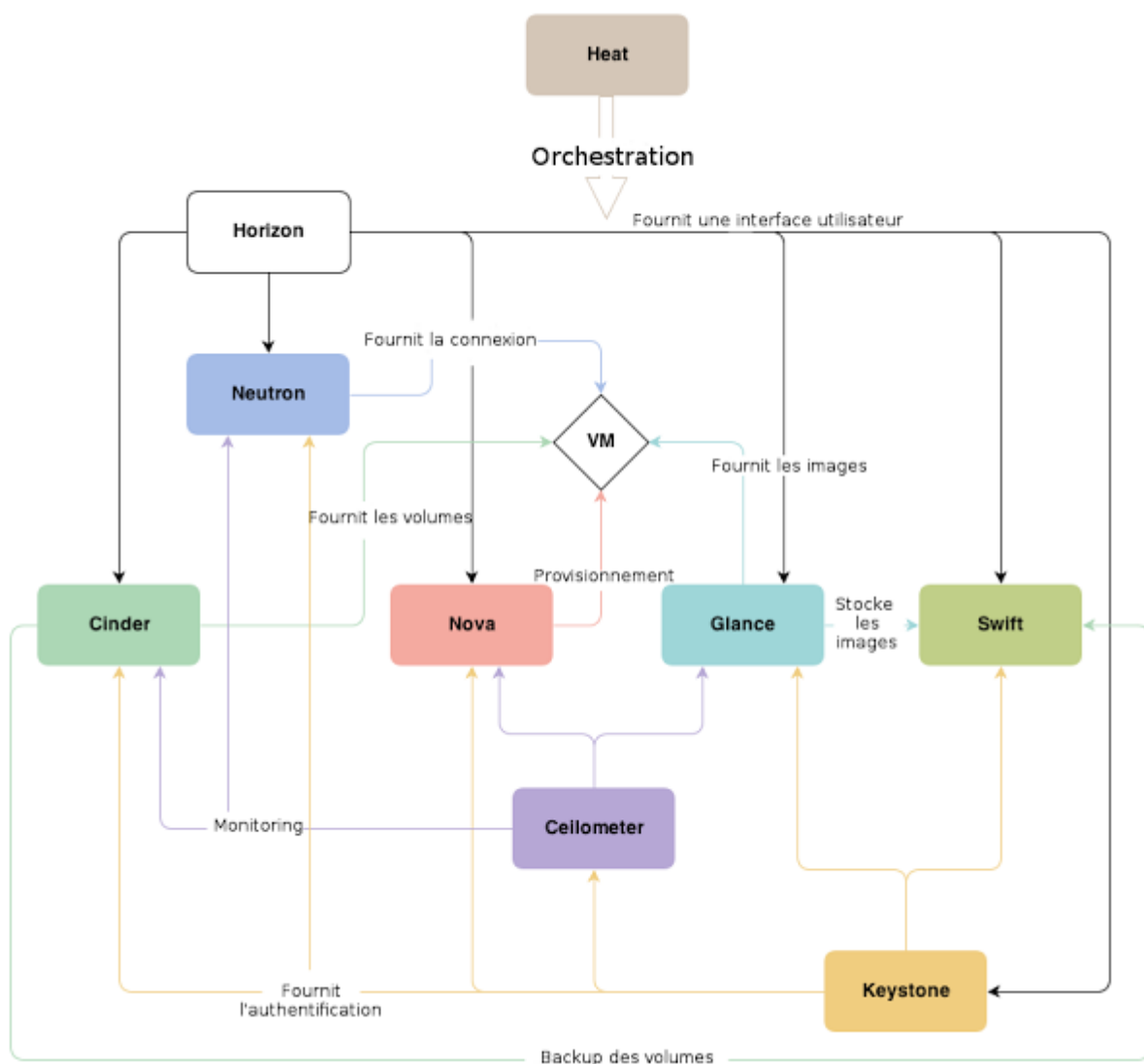


Figure 3 - Architecture des services OpenStack

#### 1. Nova (Service de Calcul)

Nova est le module de « compute » (calcul), c'est un service de supervision qui permet de gérer les serveurs bare metal, VMs, conteneurs. Il est compatible avec la plupart des hyperviseurs connus sur le marché (KVM, LXD, VMware, Xen...)

Nova est la 2e brique centrale d'OpenStack, présente dès l'origine : elle permet de gérer les ressources de calcul, et est donc un module incontournable de la couche « virtualisation » d'un Cloud OpenStack, en contrôlant les hyperviseurs. Sans Nova, pas de VM. Comme dans le cas de Swift, Nova ne nécessite pas de matériels spécifiques.

Nova a une architecture spécifique et sécurisée, il est capable de communiquer avec tous les modules les uns après les autres de façon sûre avec un système de « Message Queue ».

Nova possède :

- Une gestion de l'authentification
- Une base de données SQL
- Un Tableau de Bord web qui communique via l'API
- Un manager d'authentification responsable de la gestion des utilisateurs, des projets et des rôles. Une communication avec le serveur LDAP
- Un ordonnanceur qui alloue les hôtes aux machines virtuelles appropriées
- La composante calcul qui contrôle la communication entre l'hyperviseur et les VMs.

Ces éléments, qui seront détaillés par la suite, font aussi partie de l'architecture OpenStack, et il n'y a pas que Nova qui interagit avec, mais les autres services aussi.

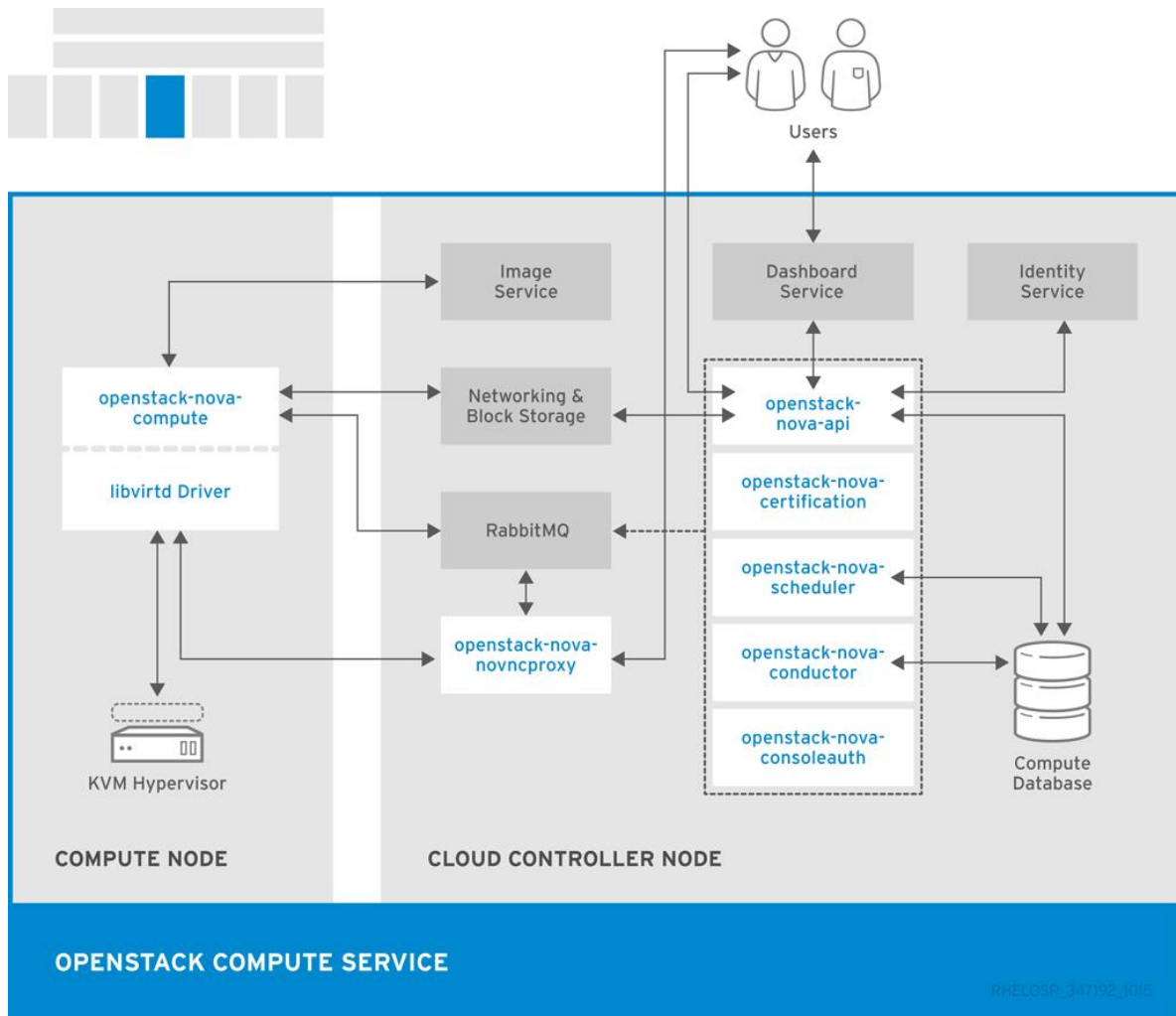


Figure 4 - Schéma de principe du module Nova

## 2. Neutron (Service Réseau)

Neutron permet de gérer plusieurs types de réseaux, privé & public. Mais aussi aux instances d'avoir une adresse IP attribuée automatiquement.

Neutron permet de créer les réseaux, d'y connecter les instances, et de gérer trafic et sécurité dans le Cloud OpenStack. Sa logique est celle des SDN (Software-Defined Network) modernes.

Il gère plusieurs types de déploiements réseaux (VLAN, VXLAN ou encore GRE)

On distingue 5 composants réseaux principaux :

1. **Le serveur Neutron** : C'est un processus en Python qui communique avec OpenStack

2. **L'agent Neutron** : Il sera présent sur chaque nœud de Compute pour gérer le réseau, et le Virtual Switch du nœud.
3. **L'agent DHCP** : Permet de fournir un service DHCP, et donc d'attribuer des adresses automatiquement.
4. **L'agent L3** : Cet agent permet d'utiliser le service dit de couche 3, qui concerne la couche réseau, et donc le routage, mais aussi le NAT pour les réseaux externes.
5. **Service de fournisseur de réseau / serveur SDN** : Le service offre la possibilité d'avoir des réseaux supplémentaires fournis par Neutron.

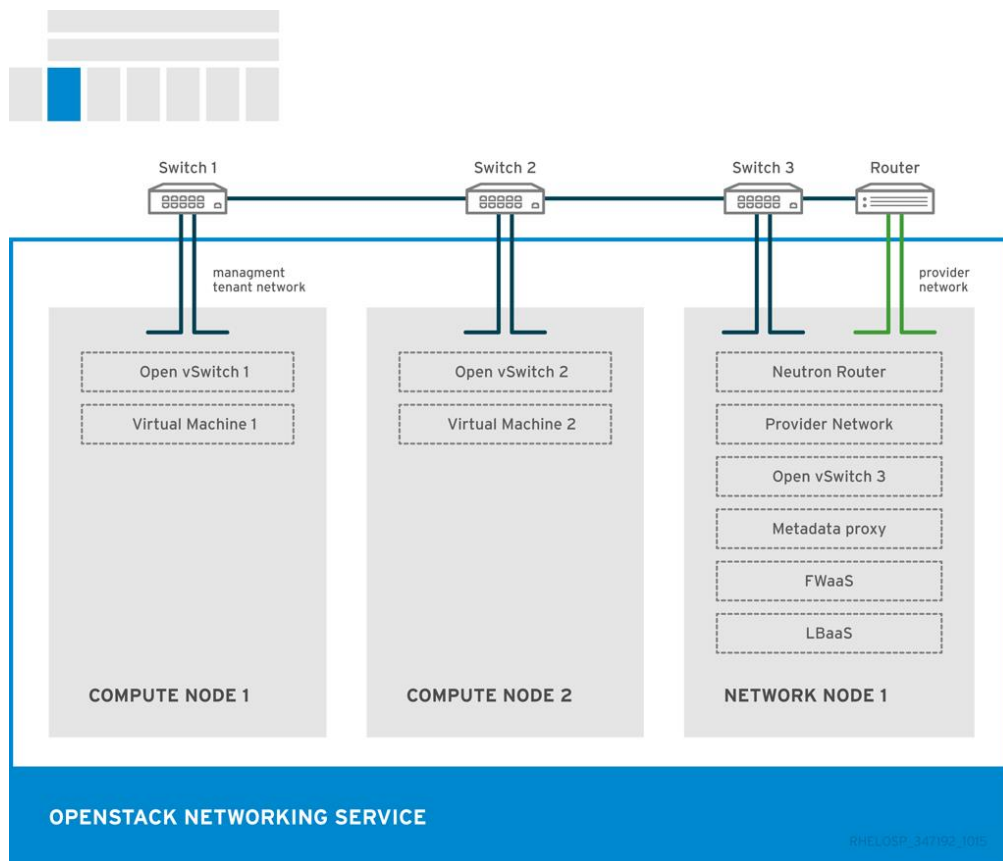


Figure 5 - Schéma de principe du module Neutron

### 3. Glance (Service des Images)

Glance s'occupe de stocker le registre des images de VM et de les exécuter. Le principe est de prédéfinir une image préparée, et de la distribuer à la demande des utilisateurs vers une instance. Ces images peuvent donc être hébergées par Glance.

Une fois l'image lancée, c'est Glance qui va également démarrer l'instance.

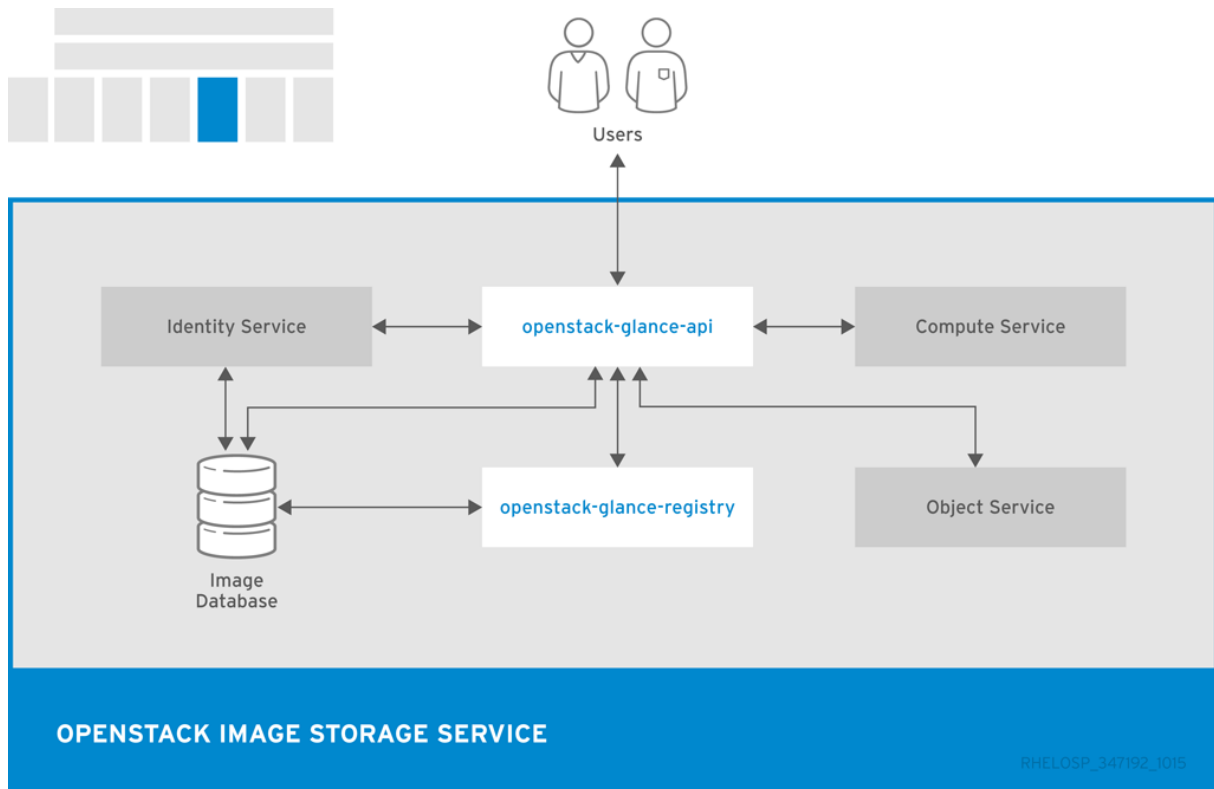


Figure 6 - Schéma de principe du module Glance

Les images disque suivantes sont supportées.

- AKI/AMI/ARI
- ISO
- qcow2 (Qemu/KVM)
- RAW (Format brut, non structuré)
- VHD (Format commun à presque toutes les solution d'hypervision)
- VDI (Qemu/VirtualBox)
- VMDK (VMware)

Les formats des conteneurs peuvent être enregistrés par le service d'image. Le format conteneur détermine le détail et le type de niveau de la métadonnée de la machine virtuelle stockée dans l'image.

Le format des conteneurs supportés sont les suivants :

- Bare (pas de métadonnées)
- OVA (Type d'archive TAR)
- OVF (Format « ouvert »)
- AKI/AMI/ARI

#### 4. Swift (Stockage Objet)

Swift est le service de stockage objet. Ce mode de stockage est dit simplifié, car il ne se préoccupe pas du type de matériel utilisé, et les fichiers sont organisés de façon hiérarchique.

Le stockage objet est optimisé pour rendre le stockage plus redondant, et moins volumineux, mais aussi plus sécurisé. En effet, il y a une vérification de la somme de contrôle des fichiers.

Swift est optimum pour les données non organisées, car elles peuvent augmenter et se retrouver grâce à leurs GUID.

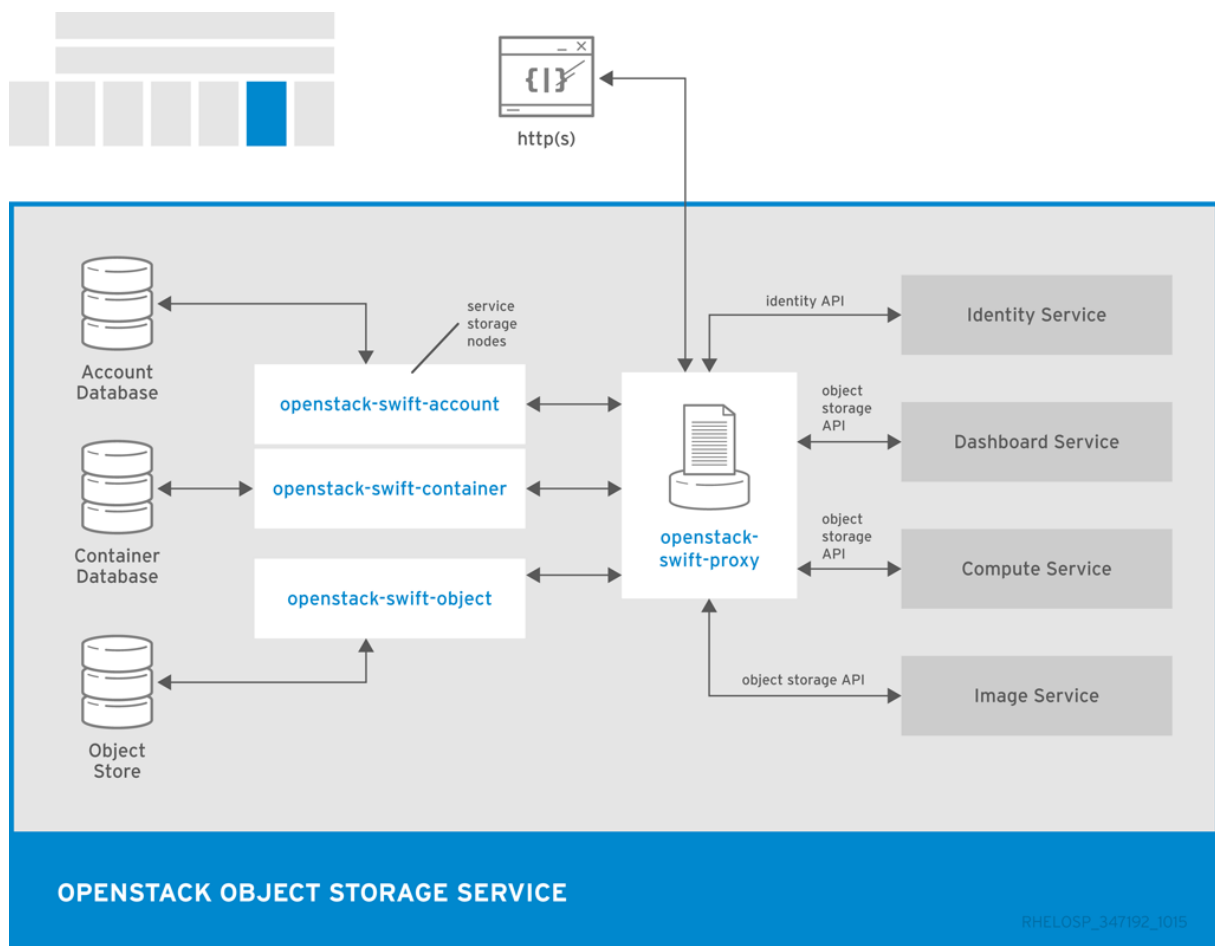


Figure 7 - Schéma de principe du module Swift



## 6. Cinder (Stockage en Bloc)

Cinder est le module de stockage en mode bloc d'OpenStack. Il se différencie donc de Swift pour plusieurs raisons, la principale étant le mode de stockage. Le stockage bloc est orienté pour le stockage d'objets dits « persistants » (une VM, des fichiers à gros volumes, base de données...). La taille de stockage associée aux instances est donc définie avec Swift. Lorsqu'une instance se termine, le volume est récupéré par Cinder.

Ce volume Cinder, rattaché à l'instance, peut être détaché, puis le volume est réaffecté à d'autres instances si besoin est.

## 7. Heat (Orchestration)

Heat est le module d'orchestration d'OpenStack, il permet alors de gérer le cycle de vie des instances. Il permet aussi d'organiser l'utilisation des différents modules d'OpenStack. Couplé à Ceilometer, il permet notamment de fournir une scalabilité automatisée en créant et supprimant les instances à la volée, suivant les besoins.

## 8. Ceilometer (Télémétrie)

Ceilometer est le module de télémétrie d'OpenStack. C'est-à-dire qu'il permet d'avoir l'état de santé de l'infrastructure en récoltant les données d'utilisation des machines physique et virtuelles. Ces mesures peuvent être utiles à la facturation, mais aussi au pilotage automatique des instances en vue de fournir une solution d'équilibrage de charges.

## 8. Horizon (Tableau de Bord)

Horizon est le module qui sert de tableau de bord à OpenStack. Il permet d'administrer en interface graphique les services d'OpenStack, mais également à un utilisateur d'utiliser la solution sans avoir à passer par la ligne de commande, nettement plus complexe.

## 9. Keystone (Service d'Identité)

Keystone est le module d'identité d'OpenStack. Il va permettre aux applications de s'authentifier et de communiquer rigoureusement et de façon sécurisée. Côté utilisateur, Keystone gère l'authentification et l'autorisation. Il liste aussi via son annuaire les services et les utilisateurs.

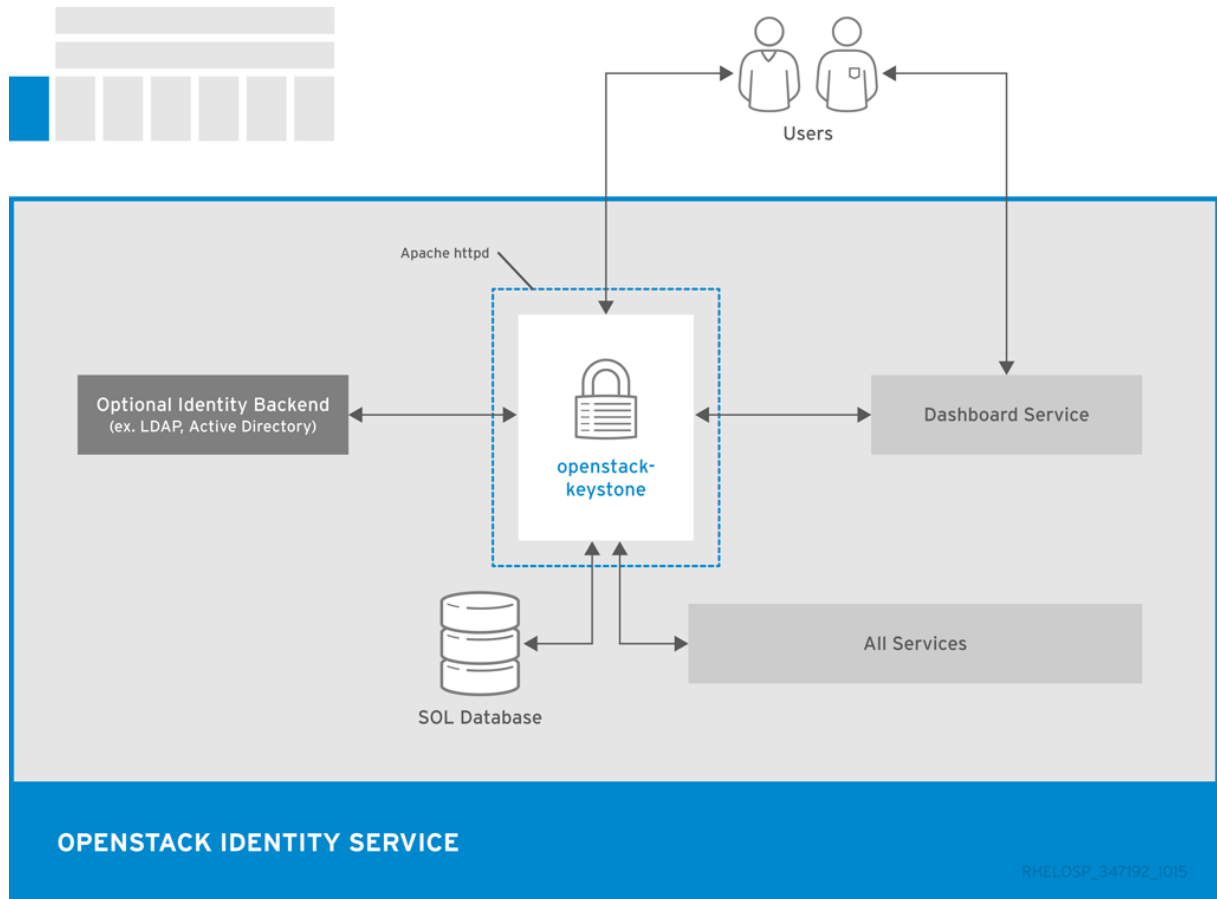


Figure 8 - Schéma de principe du module Keystone

## Conclusion

OpenStack atteint un stade de maturité certain, les entreprises se tournent de façon considérable vers cette solution hyper évolutive et innovante, qui est en constante expansion.

Il s'adapte à n'importe quelle infrastructure, tout en étant relativement facile à déployer. Il est disponible en Open source, et est aussi soutenu par de grands noms de l'informatique et de la technologie.

Ces atouts permettent une meilleure sécurité, et une plus grande tranquillité d'esprit, à l'heure où le Cloud est plus utilisé que jamais.

## Elaboration des scénarios

La refonte d'une infrastructure informatique, qu'elle soit partielle ou totale, constitue généralement un chantier de grande ampleur, demandant beaucoup de préparation et de soins afin de minimiser l'impact négatif de la procédure sur les utilisateurs et clients finaux.

Il existe principalement deux façons de procéder dans ce genre de cas :

- Intervenir directement sur le matériel de production pour faire les modifications attendues
- Commencer par acquérir du nouveau matériel, qui est alors préparé « hors ligne », installé, testé, puis intégré à l'environnement de production.

## Réflexion

La première méthode pose un souci évident au niveau des temps de coupure, car il y aura obligatoirement des moments où le matériel devra être arrêté, reconfiguré, déplacé, etc. Ceci peut être très long, en fonction de la nature et du nombre de changements à effectuer. Le seul avantage de cette méthode repose sur une économie certaine au niveau de coûts d'acquisition de matériel. Cette méthode est donc bien souvent employée dans les petites et très petites entreprises, qui ne peuvent pas forcément investir dans du matériel informatique, et qui pourront éventuellement trouver des alternatives pour poursuivre leurs activités en attendant la fin des travaux. De plus, en cas de problème imprévu lors de l'opération, le temps de coupure de service peut s'allonger considérablement, bien au-delà des limites acceptables.

La seconde méthode, quant à elle, est peut-être plus onéreuse, mais a le mérite de n'avoir qu'un impact minime (voire aucun impact du tout) sur l'architecture informatique de production. Lorsque cette méthode est employée convenablement, que toutes les phases du projet ont été correctement planifiées, et que certaines conditions sont réunies, l'utilisateur final peut ne même pas s'apercevoir qu'il y a eu un changement. Il s'agit là de la seule véritable façon de procéder lorsque l'on s'attaque à des systèmes fournissant des services à plus d'une centaine d'utilisateurs.

En effet, si l'on compte le temps-homme perdu lors d'une interruption de service affectant tout ou partie de l'entreprise, et que l'on compare cette valeur aux coûts d'acquisition et de mise en service du matériel supplémentaire qui aurait empêché cette coupure, il paraît évident qu'un investissement initial modéré reviendra moins cher qu'une journée de chômage technique, sans même mentionner l'impact négatif sur l'image de l'entreprise que cela peut entraîner.

Enfin, si un imprévu survient lors d'une refonte échelonnée, et sauf cas particuliers, cela n'a aucun impact sur le fonctionnement normal des activités.

## Présentation des résultats

Dans le cas présent, la volonté de la société IP-Sum était d'ores et déjà de se doter d'un second cœur d'infrastructure, aucun impact néfaste n'est à prévoir sur les systèmes de production, car aucune intervention ne sera faite dessus. La réalisation du projet impliquera donc une refonte échelonnée, qui se déroulera de la façon suivante :

1. Acquisition et configuration de matériels supplémentaires.
2. Installation des matériels dans la salle serveurs d'IP-Sum. Aucune modification de l'existant à ce stade.
3. Mise en service de la seconde infrastructure, début d'une phase de tests en interne.
4. A l'issue des tests, et en fonction des résultats de ces derniers, deux possibilités :
  - a. L'offre est un succès, il faut planifier l'expansion de la nouvelle infrastructure, et la mise en place d'un accès Internet vers la plateforme.
  - b. L'offre est un échec, planification de la réaffectation du nouveau matériel.
5. En cas de succès, réaffectation progressive d'anciens matériels vers la nouvelle infrastructure. Etude préalable requise pour définir un plan d'action efficace.

## Phase III - Mise en œuvre

La réussite des objectifs fixés d'un projet et respect des délais dépendra d'une bonne organisation et de la mobilisation de toutes l'équipes participantes. Chaque personne doit mettre du sien afin de travailler dans un esprit collaboratif, mettre en place une bonne communication, informer des avancées de chacun. Bien analyser l'ensemble des problématiques posées sans quoi on ne pourrait pas avoir les réponses à toutes les questions et une solution parfaite.

Donc une bonne planification s'impose, mettre un plan d'action, vis-à-vis des attentes du client pour anticiper le déroulement du projet. Nous verrons la réflexion, la proposition, l'exécution et la mise en place des solutions techniques. De plus l'organisation du travail, des tâches de chacun, la communication avec les différents acteurs sont des parties importantes.

Cette organisation dispose de ressources **tangibles** (équipements, ressources financières et humaines dans leur dimension quantitative) et de ressources **intangibles** (réputation, image, savoirs et savoir-faire du personnel, savoir organisationnel et managérial, ressources technologiques).

Les connaissances occupent une place croissante dans les ressources. Une organisation dispose également de compétences : compétences générales et distinctives (ou fondamentales), celles-ci pouvant être spécifiques à un domaine d'activité ou transversales. Les actifs immatériels (les connaissances, les systèmes d'information, les processus organisationnels, les relations avec les parties prenantes, la marque, réputation...) sont devenus centraux, notamment dans la compétitivité des entreprises.

Les ressources tangibles et intangibles font partis de la planification du projet. Cette partie présentera comment le projet a été mené dans sa globalité en abordant les points suivants :

- Méthode de management
- Organisation, communication et Fréquences sprint
- Planification (Planning prévisionnel, suivi du projet mensuel)
- Conduire le changement
- Gestion des risques

## Méthode de Management

Dans un souci de flexibilité et de clarté, nous avons choisi d'adopter une méthode Agile, et plus particulièrement la méthode Scrum.

Ce choix est motivé par les principaux points forts caractérisant cette méthode, et qui se prêtent particulièrement bien à l'organisation d'un projet complexe aux enjeux élevés. Ces points forts sont au nombre de trois, et sont même assimilés aux piliers de la méthode Scrum :

- La Transparence, par une mise en commun des informations, et la mise en relation permanente entre les différents acteurs du projet.
- L'Inspection, par le biais de réunions courtes, mais assez fréquentes, entre les principaux acteurs du projet.
- La Flexibilité, qui permet de réorienter rapidement le projet sur une meilleure voie de développement si un problème devait être mis en avant par l'Inspection.

Ainsi, le projet est découpé en un grand nombre de sous-tâches, les Sprints, avec des échéances courtes. A ce titre, le carnet de sprint est un document mis à jour régulièrement pour entretenir cette organisation. Dans ce document, nous mentionnons les évolutions et avancées lors de chaque Sprint.

Toutefois, l'inconvénient principal de cette méthode est qu'il est plus difficile de planifier de manière précise le déroulement d'un projet sur une grande période de temps. En effet, si la flexibilité est l'un des maitre-mots de cette méthode, elle devient un obstacle s'il est nécessaire d'avoir un planning très précis, connu à l'avance.

## Organisation et communication

### *Description de l'Organisation, la communication & la fréquence des sprints :*

Dans ce projet nous avons fait en sorte que chaque membre du groupe participe globalement à toutes les tâches afin d'assurer un même niveau de connaissance, une polyvalence, gagner en efficacité.

Le dialogue est important dans une équipe nous l'entretiens avec des réunions fréquentes planifiées par le chef de projet. Celui-ci confie et distribue les objectifs à atteindre pour la prochaine réunion le rythme étant de 2 semaines. Il écoute les propositions, puis l'équipe débat sur les propositions de chacun, il n'impose pas, justement il essaie de trouver un consensus sur les diverses tâches à effectuer. Le but de ces réunions est de vérifier le respect des délais, de fixer de nouveaux objectifs pour la prochaine réunion, discuter de nouvelles idées, corriger les éventuels problèmes et documenter l'évolution du projet. Pour répondre à ces problématiques nous tenons un journal de bord (carnet de sprint) ainsi qu'un Trello.

Nous nous sommes donc calqués sur la méthode Agile, et afin d'assurer un suivi clair du projet, nous avons décidé de faire un point régulier sur son état d'avancement, toutes les deux semaines dans un premier temps. Puis la fin du projet arrivant à grand pas, les 3 derniers mois nous planifions une réunion toutes les semaines.

Notre force dans l'entreprise est d'avoir une transparence avec le client sur l'ensemble des actions menées sur le projet. En effet nous nous entretenons lors de réunions avec un ou des interlocuteurs d'IP-Sum suivant le projet de prêt. L'interlocuteur a un rôle de passerelle entre les deux sociétés, par exemple lors de la partie étude de l'infrastructure existante notre interlocuteur nous a fourni les documents relatifs à nos besoins. Par la suite nous lui avons soumis les choix des solutions possibles pour prendre une décision. Pour plus de clarté avec le client, lors de ces réunions nous utilisons un langage courant et compréhensible ainsi le client prend part au projet, aux idées et la communication est fluide.

Cette personne exprime aussi les besoins actuels et les nouveaux en cours du projet grâce à la flexibilité de la méthode agile. Elle nous remonte les problèmes rencontrés sur le réseau actuel. Elle joue aussi un rôle dans la conduite du changement de par sa connaissance des utilisateurs elle sait qu'elles sont les pratiques de communications au sein de l'entreprise pour une acceptation et une adaptation rapide du produit par les employés. Nous sommes venus à notre tour proposer les méthodes les plus courantes de conduite du changement.

Lors de la réalisation du projet nous nous sommes déplacés plusieurs fois afin d'effectuer

- L'état des lieux général : architecture physique, proposition technique,

- Mise en place d'une relation de confiance, informer des avancés du projet, des tâches finies et prédéfinies, prise de décision par le client, faire valider les choix selon ses besoins
- Mieux convaincre le client, faire en sorte qu'il ne soit pas perdu face aux actions menées durant le projet.
- Effectuer une formation utilisateur/administrateur, ...

Nous nous instaurons aussi une stratégie avec le prestataire. Les prises de commandes se font en avance sur les délais pour ne pas être en retard et éviter de mettre le projet en péril. Pour cela nous n'avons pas hésité à nous montrer fermes.

Nous avons également utilisé plusieurs moyens de communication avec le client : rendez-vous téléphonique, envois de mail (voir Annexe N°VII), mais aussi en interne. En effet, la gestion de notre projet passe par l'utilisation de divers outils de collaboration destinés à faciliter la communication et les échanges d'informations avec les différents acteurs du projet.

## Les outils

Pour faciliter l'organisation de notre projet nous avons utilisé plusieurs outils collaboratifs présenté ci-dessous.

Pour la gestion de l'emploi du temps, nous passons essentiellement par **Trello**, une application web qui permet de créer des tâches, assigner des échéances, faire des check-lists, ou encore lier le projet à un dépôt GitHub.

Pour la communication, outre les mails et SMS, nous utilisons les logiciels de communication VoIP **Skype** et **Discord**. Pour les sessions de partage d'écran au cours desquelles un membre de l'équipe présente en temps réel l'installation d'un environnement de tests nous utilisons **TeamViewer** ou le service de streaming **Twitch**. Ce choix d'organisation un peu particulier est motivé par l'éloignement géographique entre les membres, ce qui rend difficile la mise en place de réunions physiques.

**TeamViewer** : Ce logiciel d'assistance informatique permet la vue et la prise en main à distance d'un PC client. Il nous a été utile lors de nos réunions et lorsque qu'on souhaitait se montrer nos travaux effectués sur nos environnements de développement par exemple.

**OneDrive & Outlook** : La suite Microsoft Office 365 de façon générale nous a permis d'échanger, partager, héberger nos travaux effectués.

**Gantt Project** : Nous avons planifier nos tâches avec un diagramme de Gantt que ce logiciel permet de réaliser.



Nous présenterons maintenant comment nous avons su gérer notre temps avec l'aide de ces différents outils.

## Planification

La planification est une tâche compliquée mais nécessaire, elle permet une optimisation cruciale à la gestion de projet. C'est l'une des tâches les plus importantes.

*« Tout ordre donné sans date limite d'exécution est sans valeur. »* Maréchal Lyautey

Tout au long du projet, il a fallu prévoir les actions à mener, les inconvénients, les opportunités. Nous verrons ici comment le tout s'est déroulé. Nous avons commencé par un premier planning pour amorcer le projet, le planning prévisionnel.

## Planning prévisionnel

Comme mentionné plus haut dans ce document, l'inconvénient principal à la méthode de gestion de projet que nous avons adoptée est qu'elle diminue grandement la précision d'un planning prévisionnel sur de longues échéances.

Le planning situé en **Annexe N°V** est donc à titre purement indicatif, et ne reflète pas la réalité.

## Plan de déploiement

Entre le moment où sera signé le cahier des charges et le passage en production, il nous faudra suivre une ligne directrice, incluant notamment diverses phases de tests. Voici les principaux jalons :

- a) Configuration initiale des serveurs dans nos locaux. Cette phase débutera dès la réception du matériel, inclut l'intégration des pièces annexes, l'installation du système d'exploitation, des drivers, et autres mises à jour de sécurité. Cette première phase devrait durer deux jours.
- b) Installation et paramétrage des rôles OpenStack sur les serveurs. Cette phase se déroulera également dans nos locaux. Il s'agit de l'étape la plus complexe, et donc probablement de la plus longue (avec les tests de stress). Durée estimée : 6 à 8 jours.
- c) Tests de fonctionnement et de reprise. Nous nous assurerons que les services fonctionnent comme attendu, y compris après le redémarrage d'un ou plusieurs serveurs. Là encore, cette phase du déploiement s'effectuera dans les locaux de la société Trinesi. Durée estimée : 4 jours (peut varier suivant les résultats des tests).
- d) Tests de stress. Nous allons lancer des simulations pour vérifier que le système réponde correctement en cas de montée de charge subite

(« **Burst** »), et qu'il tienne la charge sur une longue période. Durée estimée : 14 jours.

- e) Lorsque toutes les étapes précédentes auront été validées, nous pourrons passer à la mise en production réelle. Prise de rendez-vous avec les responsables de la société **IP-Sum** pour convenir d'un créneau horaire. L'installation des serveurs dans la baie, et le raccordement au réseau devraient durer environ 90 minutes.
- f) Vérifications diverses, tout de suite après la réalisation de l'étape e). Ces vérifications porteront sur l'état des matériels, l'accessibilité réseau, et le bon fonctionnement de l'environnement OpenStack. Durée estimée à 120 minutes, mais peut varier suivant les résultats des tests.

Le jour de la mise en production, il faudra donc prévoir environ 3H30/4H00 d'intervention pour que nous puissions installer et tester la nouvelle infrastructure.

L'essentiel des étapes d'installation se déroulant dans nos locaux, le risque de voir un incident se produire le jour du passage en production s'en trouve d'autant plus réduit. Dans un tel projet, les risques dont il est question ici comprennent, entre autres :

- Défaillance matérielle, nécessitant alors de commander, d'installer et de configurer du matériel de rechange ;
- Erreur logicielle critique empêchant le démarrage de tout ou partie du système ;
- Performances inférieures aux prévisions, pouvant venir d'une erreur de configuration logicielle ou d'un problème matériel.

## GANTT Réel

L'ensemble de ce projet repose peut-être sur une situation fictive, mais il n'empêche que les connaissances, le temps et les ressources que nous avons mobilisés sont bien réels, et nous avons choisi de tracer, semaine après semaine, un diagramme de GANTT reflétant ce que nous avons vraiment réalisé.

L'idée est de pouvoir comparer, en fin d'année, si nous étions optimistes, réalistes, ou totalement utopistes lorsque nous avons mis au point le GANTT prévisionnel. Ainsi, nous comptons apprendre de nos erreurs, afin d'être en mesure de qualifier plus justement la durée et les ressources nécessaires à l'accomplissement de certaines tâches.

Comme vous pouvez le voir en **Annexe N°VI**, nous étions assez loin de la vérité, que ce soit dans le déroulement des tâches, ou dans leur durée. Cela s'explique avant tout par nos connaissances de la solution OpenStack, alors très limitées au moment de la rédaction du GANTT prévisionnel, ce qui nous empêchait d'estimer avec précision et logique la « ligne rouge » de notre projet, ainsi que les durées nécessaires à l'accomplissement de la majorité des tâches.

Ce que nous pouvons retenir de tout ceci, est que, lorsque l'on veut établir un planning prévisionnel pour un projet s'étendant sur plusieurs mois, voire plusieurs années, il nous faut impérativement nous entourer de personnes connaissant très bien la ou les technologies/méthodes entrant en jeu. Leur expérience sera d'une aide capitale afin d'estimer au mieux les besoins pour accomplir les tâches principales.

## Suivi de projet

Nous verrons ici le journal de bord sous forme de résumé mensuel pour des raisons de clarté. Comme expliqué précédemment il permet de recenser les sujets de réunion, les tâches effectuées dans les grandes lignes par rapport aux objectifs fixés et enfin, les objectifs à atteindre pour la fois suivante.

### **Décembre 2017 :**

En décembre 2017, le projet a été lancé officiellement, les membres étaient d'accord sur l'idée du projet, nous avons choisi OpenStack. Nous avons alors commencé à nous concerter pour établir un contexte. La première réunion a eu lieu le Vendredi 01/12/2017. Le groupe se compose alors de Jonathan Haurat, chef de projet et participe activement à la création du projet, BEKDACHE Ghilas et Mathieu JOILAN, les intégrateurs réseau.

Nous avons commencé par étudier OpenStack, établir un contexte, introduire les méthodes de management puis par réaliser l'état des lieux. Nous avons également posé une problématique en essayant de nous rapprocher d'un cas réel. Nous avons alors défini les acteurs, les objectifs finaux, l'architecture réseau actuel, et pensé la nouvelle. Le tout nous a permis d'établir les tenants et les aboutissants donc, un premier cahier des charges. Celui-ci devait encore être validé par notre professeur.

Après quoi la partie d'étude a pu commencer.

### **Janvier 2018 :**

Cette période signe le début de la seconde phase, « Analyse ».

Nous avons commencé à effectuer nos premiers tests sur un OpenStack de démonstration, il se nomme DevStack. Il permet d'avoir une idée globale du produit, il nous a aussi permis de distinguer les différentes tâches à planifier dans le projet concernant la technique du produit. On a également pu obtenir un serveur prêté par l'entreprise de Ghilas, on a également pu faire nos tests et héberger notre OpenStack de production. Et en parallèle des analyses techniques viennent les analyses du projet. La planification s'améliore avec un plan opérationnel plus précis et un plan de contingence défini. Dans cette période nous travaillons toujours une partie du contexte avec minutie pour se rapprocher d'un cas concret et réaliste.

### **Février/Mars 2018 :**

Le cahier des charges est validé officiellement, le rapport commence à être rédigé, nous produisons des documents d'études (étude concurrentielle, matériel, enveloppe budgétaire...)

On cherche à réaliser le projet dans un contexte le plus réel possible, on obtient alors de vrais devis d'entreprises pour les architectures, mais aussi des interviews de

professionnels pour obtenir des retours d'expériences sur OpenStack. Les tests continuent, les premières analyses se terminent.

Trois mois ont maintenant passé, durant lesquels nous sommes arrivés à avoir un cahier des charges officiel et à définir un fil conducteur pour le temps qu'il nous reste. Nous avons aussi enchaîné les tests et expériences, nous permettant de découvrir les rouages internes de la solution OpenStack. Ces trois mois étaient donc essentiellement dédiés à la préparation et l'analyse, tout en gardant une part importante de pratique afin de nous préparer à la phase vraiment technique.

Côté technique les tests sont arrivés à terme et nous allons installer OpenStack sur notre serveur de production.

#### **Avril 2018 :**

La partie étude avançait avec la partie technique, les justificatifs de choix de logiciels, de matériels venaient d'être finis. Nous commençons à nous fixer sur le plan du rapport final. En avançant sur le projet nous avons eu et étudié plusieurs idées à ajouter, mais au vu de la difficulté du sujet nous avons estimé ces idées trop ambitieuses pour s'y pencher concrètement cette année. Nous sommes alors restés concentrés sur les objectifs du départ. Nous possédons à ce moment-là 4 serveurs pour nos essais, un OpenStack packagé et un séparé sur 3 nœuds.

#### **Mai 2018 :**

En mai, nos études étaient terminées. Dans un premier temps, nous nous sommes concentrés sur la finalisation du rapport. Pour cela nous avons mis en œuvre les différentes documentations du produit : une documentation technique et d'installation. Nous nous sommes aussi occupés de la correction et mise en forme des documents pour les intégrer correctement au rapport final. On a commencé à régler des bugs techniques. Nous avons rédigé les documents de fin de projet les difficultés rencontrées, nos appréciations du projet ...

Dans un second temps nous avons commencé à nous préparer à l'oral de présentation du projet (planification du temps de parole, jeu de rôle envisagé...)

#### **Juin 2018 :**

La date de l'oral s'approchant, nous terminions le rapport, avec la rédaction des dernières parties, la mise en page du rapport, des annexes, et la finalisation de la mise en place technique. Nous avons toujours des bugs sur les instances, et avons reçu des aides mais sans succès. Les premières relectures ont lieu. On rédigeait encore des documents et préparait l'oral :

- Documentation technique
- Reprise du schéma logique Visio

- Rédaction du Contrat de maintenance
- Création du diaporama

### **Juillet 2018 :**

L'oral étant dans 2 semaines, les dernières finitions du rapport ont eu lieu, nous avons imprimé le rapport et nous faisons des entraînements oraux en attendant la soutenance.

### Synthèse des objectifs

Nous traitons le projet tâches par tâches avec chacune d'entre elle une date de début une date de fin. Le tableau suivant représente les différentes tâches de notre projet.

Phases	Tâches	Descriptions taches	Innervant / Durée / heure
<b>1. Préparation</b>	<b>Lancement du projet</b>	Jonathan a trouvé qu'OpenStack est l'avenir de la virtualisation, et que c'est un Projet novateur	<b>Jonathan : 2H Ghilas : 10 H Mathieu : 2 H</b>
	<b>Rédaction CDCF</b>	Participation à la rédaction du cahier des charge Réflexion sur la problématique Validation par José notre cahier de charge	<b>Jonathan : 10 H Ghilas : 8 H Mathieu : 10 H</b>
	<b>Identification des acteurs</b>	Prestation des différentes acteurs (IP-Sum et Trinesi) qui vont participer à la réalisation du projet	<b>Jonathan : 4 H Ghilas : 5 H Mathieu : 4 H</b>
	<b>Etat des lieux</b>	Définir l'existant et les attentes du client	<b>Jonathan : 10 H Ghilas : 8 H Mathieu : 9 H</b>
	<b>Documentation OpenStack</b>	<b>sur</b> Veille technologique et juridique sur OpenStack Comprendre le mécanisme les différents rôles d'OpenStack Etude entreprise de Mathieu la mise en place OpenStack  Installation DevStack par Jonathan pour avoir une idée ce qu'on attend sur la suite du projet	<b>Jonathan : 25 H Ghilas : 5 H Mathieu : 15 H</b>

## 2. Analyses

<b>Etude comparatives des solutions existantes</b>	<p>Citer des solutions existantes de virtualisation</p> <p>Justification du choix OpenStack</p> <p>Etude la solution OpenStack</p>	<p><b>Jonathan : 6 H</b></p> <p><b>Ghilas : 5 H</b></p> <p><b>Mathieu : 15H</b></p>
<b>Analyse PESTEL / SWOT</b>	<p>Réalisation d'un diagnostic sur l'influence du produit selon plusieurs critères environnementaux.</p>	<p><b>Jonathan : 2 H</b></p> <p><b>Ghilas : 20 H</b></p> <p><b>Mathieu : 20 H</b></p>
<b>Définition enveloppe Budgétaire sur le matériel</b>	<p>Réalisation des devis la société Gimel et OVH</p>	<p><b>Jonathan : 1 H</b></p> <p><b>Ghilas : 20 H</b></p> <p><b>Mathieu : 1 H</b></p>
<b>Justification de l'ensemble du matériel (Justifier les deux devis)</b>	<p>Explication des caractéristiques matérielles pour répondre aux besoins matériels client et connaître la solution finale du client.</p>	<p><b>Jonathan : 4 H</b></p> <p><b>Ghilas : 5 H</b></p> <p><b>Mathieu : 16 H</b></p>



<b>3. Mise en œuvre</b>	<b>Interviews professionnels</b>	<b>des</b>	Jonathan Haurat a préparé un questionnaire que nous avons distribué aux entreprises spécialisées dans OpenStack Mathieu et Ghilas ont eu des retours positifs	<b>Jonathan : 2 H</b> <b>Ghilas : 5 H</b> <b>Mathieu : 1 H</b>
	<b>Mise en place OpenStack</b>		Choix de la version utilisé d'OpenStack et l'OS linux a utilisé Mise en environnement trois serveur chez OVH Configuration réseau & installation OpenStack Installation des divers services (Cinder, Nova, Heat, Swift, ...) sur les trois serveurs Configuration des divers fichiers OpenStack	<b>Jonathan : 6 H</b> <b>Ghilas : 50 H</b> <b>Mathieu : 20 H</b>
	<b>Déploiement des services</b>		Déploiement d'une infrastructure de tests Configuration au déploiement des services (Cinder, Swift, Neutron, ...) sur les trois serveurs	<b>Jonathan : 40 H</b> <b>Ghilas : 30 H</b> <b>Mathieu : 25 H</b>
	<b>Test des services</b>		Vérification de fonctionnement des différents services de réseau et du stockage Lancement des instances Association de stockage	<b>Jonathan : 10 H</b> <b>Ghilas : 40 H</b> <b>Mathieu : 20 H</b>
<b>4. Rédaction rapport</b>	<b>Rédaction de la documentation</b>	<b>la</b>	Rédaction du cahier des charge Définition de la structure du rapport Rédaction guide installation Relier l'ensemble les données pour les structurée dans le rapport Relier les annexes	<b>Jonathan : 70 H</b> <b>Ghilas : 20 H</b> <b>Mathieu : 30 H</b>

<b>5.</b> <b>Soutenance</b>	<b>Organisation communication</b>	<b>et</b> Echange de mails avec l'établissement Isitech et le client et le presta Organisation des réunions Distributions des taches par le chef de projet Préparation la soutenance de l'oral Rédaction du diaporama	<b>Jonathan : 20 H</b> <b>Ghilas : 12 H</b> <b>Mathieu :15 H</b>
--------------------------------	---------------------------------------	---	--

	Jonathan	Ghilas	Mathieu
Total d'heure par personne	212 heures	243 heures	203 Heures

## Conduire le changement

Pour éviter de perturber la productivité et les esprits, la conduite du changement est une opération importante dans une entreprise qui accueille de nouveaux procédés. En effet un utilisateur qui se voit imposer une nouveauté peut se sentir déstabilisé, et la conduite du changement aide à éviter ce phénomène.

Ainsi, il nous faut faire preuve de tact, et mettre en place une campagne d'information destinée aux utilisateurs finaux. Pour commencer, de simples mails peuvent s'avérer être une base solide, et un moyen efficace pour transmettre des informations comme la date de mise en service de la solution.

Il ne faut toutefois pas s'y prendre trop tard, car le but de cette opération est de permettre aux utilisateurs de s'adapter à une nouveauté. Il faut donc laisser le temps à ces utilisateurs de s'adapter à la nouveauté. Cependant, s'y prendre trop tôt dans la campagne d'information risquerait d'être contreproductif.

Après la mise en service de la solution, il peut être intéressant d'effectuer une enquête de satisfaction afin de faire remonter les avis de chacun. Il faut aussi avoir distribué au préalable une documentation utilisateur, qui se doit d'être aussi claire et concise que possible.

Enfin, fournir une formation à tout ou partie des utilisateurs finaux permet de résoudre de nombreux problèmes avant même qu'ils ne se produisent, car ils permettent une transmission de connaissances dans les meilleures conditions possibles.

## Gestion des risques

Dans tout projet, quel que soit le domaine technique où nous nous trouvons, il existe des risques qu'il faut pouvoir prévoir, endiguer, ou mitiger au maximum.

Dans notre cas, le principal risque auquel nous ayons été confrontés fut un problème d'ordre purement technique, à savoir la possibilité de nous connecter en SSH sur nos instances.

Après quelques tentatives infructueuses, nous avons pris conscience que nous étions face à un point bloquant. Nous avons donc effectué de nouvelles tentatives afin de régler le problème, tout en essayant de modifier les fichiers de configuration susceptibles d'avoir une influence sur notre problème. Toujours sans solution, Ghilas s'est renseigné auprès de personnes susceptibles de nous aider. Il a rencontré des personnes ayant effectué un projet similaire, ainsi que notre professeur. Par manque de temps, les instances sont, à l'heure actuelle, accessibles uniquement depuis l'interface web OpenStack.

### Solution :

Le temps nous étant compté pour le premier rendu du projet, cette problématique sera traitée avec les prochaines durant la deuxième année de projet. Cette première année étant plutôt dédiée à la phase de découverte d'OpenStack et à l'aspect commercial, un problème affectant la partie technique n'a qu'un impact moindre sur ce que nous avons espéré livrer.

## Phase IV – Compétences acquises

Cette dernière partie vise à exposer notre point de vue sur cette année de projet, ce que nous en avons retenu, et comment nous comptons exploiter ces nouveaux acquis par la suite.

### Retours d'expérience

Durant cette année, nous avons eu l'occasion d'apprendre beaucoup, aussi bien sur la technique que sur l'aspect « management », ainsi que sur l'aspect humain de la gestion d'un projet.

Voici ce que chacun de nous a pensé de cette première année :

#### Point de vue : Mathieu

« Le projet a commencé par la constitution de l'équipe, dès lors je me savais entouré de personnes très motivées qui partageaient mon envie de découverte et d'apprentissage. Nous nous sommes orientés vers OpenStack, cette nouvelle solution cloud révolutionnaire aux nouvelles technologies dont tout le monde parle. C'est alors que j'ai découvert un sujet passionnant.

Le projet s'est déroulé non sans difficultés. Une de mes premières difficultés rencontrées étant le rythme de travail qu'il fallait adopter. Une difficulté qu'on a su surmonter via un rythme de réunion fréquente avec des objectifs à atteindre, et grâce à la motivation et la volonté. Ensuite vient la complexité du produit à comprendre puis à mettre en œuvre. Le tout s'est finalement bien déroulé, notamment dû à la synergie du groupe et son sérieux. Mes collègues et moi-même avons su se tirer vers le haut, se guider et s'entraider pour un rendu le plus professionnel possible. Ce fut pour moi une belle expérience autant professionnelle qu'humaine. Je souhaite remercier ici mes collègues puisque je suis content d'avoir mené ce projet avec eux car chacun d'entre nous aura donné le meilleur de lui-même. »

#### Point de vue : Ghilas

« Une équipe de travail cohérente et un projet intéressant mais difficile à réaliser. Sa complexité a nécessité de notre part une implication totale, beaucoup de travail, de motivation et de rigueur. Ensemble nous l'avons amené à son terme.

C'est avec le même état d'esprit que nous devons poursuivre notre travail l'année prochaine. »

#### Point de vue : Jonathan

« Malgré un timing assez serré (nous avons débuté en Décembre 2017, pour le finir le 13 Juillet 2018), et la grande complexité de la solution sur laquelle repose notre projet, je trouve que cette première année s'est bien déroulée, et je suis assez satisfait de ce que nous avons accompli. Ce n'est qu'une première étape, car nous souhaitons poursuivre l'année prochaine.

Il nous a fallu beaucoup de temps avant d'être pleinement opérationnels, notamment car il nous a fallu faire de nombreux tests et lire beaucoup de documentation pour comprendre un minimum OpenStack, mais aussi car il nous a fallu du temps pour apprendre à nous connaître et à travailler comme une équipe. Nous avons maintenant un bon rythme, que nous avons l'intention d'exploiter lors de la seconde phase de ce projet, et ce, dès le premier mois.

Je suis vraiment content d'avoir eu l'occasion de travailler sur une solution aussi intéressante, et avec une équipe aussi motivée. »

### Capitaliser l'expérience

Mathieu :

Ce projet m'a tout d'abord apporté la satisfaction de travailler sur une technologie qui représente l'informatique de demain.

Ensuite il m'a offert un nouvel état d'esprit, une nouvelle organisation et façon de travailler ; Il m'a montré une rigueur professionnelle qu'il me manquait les premiers mois au sein du groupe. Avec cela, la synergie de groupe, savoir s'adapter et échanger avec son partenaire.

Et enfin, ce projet m'a permis d'acquérir beaucoup plus de connaissances techniques en réseau, il m'a aussi permis de me perfectionner en virtualisation.

Pour finir il m'a aussi permis d'approfondir mes connaissances sur la technologie du Cloud Computing et sur les rouages d'un lancement de projet.

Ghilas :

C'est dans le cadre du projet OpenStack que j'ai pu mettre en application les connaissances techniques acquises durant mon cursus universitaire.

Je me suis familiarisé au programme Linux et à ses différentes versions en découvrant l'importance que pouvait avoir la communication avec le client.

J'ai pu dans un cadre professionnel me prêter à la mise en place de la virtualisation et travailler avec OpenStack, en découvrant parallèlement toutes les contraintes liées à son installation.

La constitution d'une équipe de travail étant nécessaire pour aboutir à un résultat concluant et l'intégration des personnes la composant, s'est faite progressivement mais non sans difficultés.

Jonathan :

Maintenant que je dispose d'une expérience de gestion de projet, je compte bien ne plus commettre les mêmes erreurs à l'avenir. J'ai notamment eu du mal à prendre les bons réflexes dans mes méthodes de communication, ou encore à adopter une vision globale du projet. En effet, étant donné que j'avais un rôle actif dans la recherche et l'expérimentation,

j'ai plutôt adopté un comportement de pur technicien lors des premiers mois du projet, et même si cela ne posait pas de problème pour travailler en groupe, je pense que je n'avais pas pour autant le comportement d'un chef. Désormais, je connais quelques règles à suivre afin de commencer un projet dans de bonnes conditions.

## Conclusion

Le Cloud Computing peut offrir de nombreux avantages aux entreprises, que ce soit dans le cadre d'un Cloud public loué auprès d'un prestataire, d'un Cloud privé hébergé dans les locaux du client, ou d'une solution hybride à cheval sur les deux premières.

Toutefois, dans le cas où une entreprise souhaiterait se doter de son propre Cloud privé, beaucoup d'obstacles peuvent se dresser sur chemin. Pour commencer, nous pouvons citer les nombreuses normes et réglementations (Françaises et Européennes) auxquelles doivent se plier toute entreprise cherchant à proposer des solutions reposant sur le Cloud, et donc sur un datacenter, qui portent aussi bien sur la protection des données que sur des normes environnementales.

Autre obstacle de taille : la barrière technologique. Comme énoncé au paragraphe précédent, il ne peut y avoir de Cloud sans datacenter. Et bien entendu, il ne suffit pas de brancher une batterie de serveurs entre eux pour qualifier cette installation de « datacenter », car il faut également une méthode pour gérer les données de façon centralisée. Il faut ainsi configurer les serveurs afin qu'ils puissent travailler ensemble pour fournir un ou plusieurs services, ce qui est possible grâce à diverses solutions logicielles, toutes plus ou moins complexes à implémenter, utiliser et maintenir. Le Cloud Computing, et plus généralement le monde des datacenters, constitue un domaine de compétences assez vaste, qui demandera beaucoup de temps et d'énergie à quiconque souhaite s'y intégrer.

C'est d'ailleurs à ce titre que nous avons mené nos premières expériences sur DevStack, que nous pouvons considérer comme une version allégée et prête à l'emploi d'OpenStack. Cette solution n'offre pas les mêmes fonctionnalités, la même stabilité, ni les mêmes performances qu'un OpenStack traditionnel, mais son installation est infiniment plus simple, et ce produit suffit à se faire une rapide idée sur ce à quoi nous pouvons nous attendre par la suite. Cette facilité d'installation a toutefois un prix : installer un DevStack n'offre aucune information sur ce qu'il se passe à plus bas niveau. Ainsi, impossible de savoir comment fonctionnent les services, comment ils communiquent entre eux, ou comment ils interagissent avec le système. Pour comprendre OpenStack, la seule méthode valable est d'essayer et d'échouer à plusieurs reprises.

Au terme de cette première année de projet, nous avons acquis de nombreuses connaissances dans ce domaine, et tout particulièrement sur la solution OpenStack. Nous devons cependant admettre que nous avons sous-estimé sa complexité, notamment en ce qui concerne la migration vers des versions plus récentes, ou encore sa prise en main. De plus, étant donné que notre groupe est constitué de trois administrateurs système et ne compte aucun développeur dans ses rangs, nous n'avons même pas essayé de développer un outil complémentaire pour rendre la solution plus « user-friendly », sachant pertinemment que cette démarche aurait été bien trop chronophage. Il est toutefois envisageable que l'on essaie d'y remédier l'année prochaine, si cela est en accord avec notre planning...

Enfin, ces quelques mois passés à travailler autour d'un projet commun nous ont permis d'apprendre à nous connaître, nous sommes maintenant bien plus efficaces qu'au



lancement du projet, et la confiance et la bonne entente règnent dans notre groupe. C'est aussi pour cela que nous souhaitons poursuivre sur notre lancée l'année prochaine, afin d'améliorer l'existant, et de proposer de nouvelles solutions visant à améliorer ce projet sur bien des aspects.

## Remerciements

Tout d'abord, un grand merci à la société GIMEL, et tout particulièrement à Monsieur Philippe FERRUCCI, pour nous avoir ainsi prêté les ressources matérielles nécessaires à nos tests et à la mise en place de notre infrastructure « finale ». Nous avons ainsi pu gagner beaucoup de temps, qui est une ressource bien précieuse.

Ensuite, un grand merci à toutes celles et ceux qui ont pris de leur temps pour nous aiguiller dans nos recherches, ou pour répondre à nos questions. Là encore, grâce à de tels partages de connaissances, nous avons eu plus de temps pour nous focaliser sur d'autres points, qu'il nous aurait peut-être fallu abandonner si nous avions eu à trouver toutes les réponses par nous-même.

Enfin, merci à l'équipe pédagogique d'Isitech, qui nous a permis de mener à bien ce projet à travers leurs cours, leurs conseils ainsi que leurs disponibilités.

## Webographie

Voici une liste des principaux sites internet sur lesquels nous avons pu trouver la plupart des réponses à nos questions. Compte tenu de la quantité d'articles qui nous ont été utiles sur ces sites, nous n'allons ici fournir que les domaines, sous peine d'avoir une bibliographie de plusieurs pages :

<https://docs.openstack.org>

<https://wiki.openstack.org>

<https://www.mirantis.com>

<https://www.legifrance.gouv.fr>

Un site s'est montré tout particulièrement utile tout au long de notre projet, car il s'agit du guide officiel d'installation d'OpenStack :

<https://docs.openstack.org/fr/install-guide/>

Nous pouvons probablement citer Wikipédia ici, ou du moins les sources des articles traitant d'OpenStack, du Cloud Computing ou des Datacenters. Là encore, afin de limiter la taille de notre bibliographie, voici une liste non-exhaustive de sites nous ayant été utiles pour combler certains manques d'informations :

<https://www.openstack.org>

<https://releases.openstack.org>

<https://www.rackspace.com>

<https://www.businesswire.com/news/home/20120919005997/en/OpenStack-Launches-Independent-Foundation-Begins-Work-Protecting>

<https://www.redhat.com/en/about/press-releases/nasa%E2%80%99s-jet-propulsion-laboratory-powers-planetary-exploration-red-hat-openstack-platform>

<https://www.cnil.fr/fr/comprendre-le-reglement-europeen>

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679&from=FR>

<https://docs.ovh.com/fr/public-cloud/transférer-la-sauvegarde-dune-instance-dun-datacentre-a-lautre/>

[https://access.redhat.com/documentation/en-us/red\\_hat\\_openstack\\_platform/12/html/architecture\\_guide/components](https://access.redhat.com/documentation/en-us/red_hat_openstack_platform/12/html/architecture_guide/components)

Sensibilisation au RGPD par l'Espace Numérique Entreprises (<http://www.ene.fr>)

Bien d'autres sites encore ont pu nous aiguiller durant nos travaux, mais nous n'avons pas toujours pensé à relever leurs noms, et nous ne sommes donc malheureusement pas en mesure de les mentionner ici.