

Introduction générale .....	4
<b>Chapitre I : Cloud Computing</b>	
I. Introduction.....	6
II. Historique .....	6
III. Définitions .....	8
IV. Eléments constitutifs du Cloud Computing.....	8
V. Les formes de déploiement du Cloud Computing .....	10
V.1. Le Cloud publique .....	10
V.2. Le Cloud privé.....	10
V.3. Le Cloud hybride.....	11
VI. Les services du Cloud Computing.....	11
VI.1. Iaas (Infrastructure as a Service) .....	11
VI.1.1. Avantage .....	11
VI.1.2. Inconvénient .....	11
VI.2. Paas (Plateform as a Service) .....	11
VI.2.1. Avantage .....	12
VI.2.2. Inconvénient .....	12
VI.3. Saas (Software as a Service).....	12
VI.3.1. Avantage .....	13
VI.3.2. Inconvénient .....	13
VI.4. Avantages et inconvénients des services .....	14
VII. Avantages et inconvénients du Cloud Computing.....	15
VII.1. Avantages .....	15
VII.2. Inconvénients .....	15
VIII. Cloud Computing et sécurité .....	15
IX. Cloud Computing et clusters .....	17
X. Conclusion .....	18

## **Chapitre II : Analyse et présentation de la solution**

I. Introduction.....	19
II. Solutions du Cloud existante .....	19
II.1. Solutions propriétaires.....	19
II.1.1. VMwareCloud.....	19
II.1.2. Office 365.....	20
II.2. Solutions libres.....	20
II.2.1. Eucalyptus .....	20
II.2.2. OpenNubela.....	21
II.2.3. OpenStack .....	21
III. Comparaison entre les logiciels du Cloud Computing .....	21
IV. Choix de la solution à déployer .....	24
V. OpenStack.....	25
V.1. Présentation .....	25
V.2. Architecture .....	26
V.2.1. OpenStackCompute (projet Nova) .....	26
V.2.2. OpenStack Object Storage (projet Swift).....	29
V.2.3. OpenStack Imaging Service (projet Glance).....	30
VI. Conclusion .....	32

## **Chapitre III : Mise en place de la solution choisie "OpenStack"**

I. Introduction.....	33
II. La mise en place de la solution Openstack.....	33
II.1. Architecture d'installation.....	33
II.2. Utilisateurs du système .....	34
II.2.1. L'administrateur .....	34
II.2.2. L'utilisateur .....	34
II.2.3. diagrammes .....	35
II.3. Installation d'OpenStack.....	37

II.3.1. Installation et Configuration de VrituelBox .....	37
II.3.2. Création de la machine virtuelle .....	38
II.3.3. Etape d'installation d'OpenStack.....	38
III. Conclusion .....	44
<b>Chapitre IV : Etude de cas</b>	
I. Introduction.....	46
II. Etude de cas .....	46
III. Création d'un espace Cloud pour la startup informatique.....	47
III.1. Création de projet et manipulation de quotas .....	47
III.2. Création d'un utilisateur .....	49
III.3. Création d'un Réseau.....	50
III.4. Création d'un sous Réseau.....	51
III.5. Création d'un routeur virtuel .....	51
III.6. Mettre le routeur virtuel comme passerelle pour le réseau virtuel .....	52
III.7. Création d'un serveur .....	53
IV. Conclusion .....	53
Conclusion générale.....	54
Bibliographie .....	56
Annexe 1 .....	58
Annexe 2 .....	59
Liste des Figures .....	72
Liste des Acronymes .....	72
Résumé.....	73

# *Introduction générale*

Face à l'augmentation continue des coûts de mise en place et de maintenance des systèmes d'informations, les entreprises externalisent de plus en plus leurs services informatiques en les confiant à des entreprises spécialisées comme les fournisseurs de Cloud. L'intérêt principal de cette stratégie pour les entreprises réside dans le fait qu'elles ne paient que pour les services effectivement consommés.

Le Cloud Computing est aujourd'hui le sujet phare dans le domaine des systèmes d'information et de communication. Après la virtualisation, le Cloud paraît être la révélation qui va permettre aux entreprises d'être plus performantes et de gérer le coût des systèmes d'information plus sereinement. Mais suite à cette entrée fracassante nous pouvons tout de même nous demander ce qu'est le Cloud Computing ? C'est pour cela que ce travail de fin d'études de maîtrise s'intéresse à ce domaine tout nouveau, du moins pour nous.

Le terme Cloud Computing, ou « informatique dans les nuages », est un nouveau modèle informatique qui consiste à proposer les services informatiques sous forme de services à la demande, accessibles de n'importe où, n'importe quand et par n'importe qui. Cette nouvelle technologie permet à des entreprises d'externaliser le stockage de leurs données et de leur fournir une puissance de calcul supplémentaire pour le traitement de grosse quantité d'informations.

L'objectif de ce travail est justement d'approfondir et d'expérimenter nos connaissances sur ce thème de Cloud Computing, puis de faire son état de l'art, en vue de choisir la meilleure solution disponible à l'heure actuelle, de la déployer et l'évaluer. Pour se faire nous avons déployé un Cloud privée de type infrastructure en tant que service.

Ainsi, le présent manuscrit s'articule autour de quatre chapitres :

- Le premier chapitre nous donne quelques définitions et généralités sur le Cloud,
- Le deuxième chapitre est consacré à la description des différentes solutions existant sur le Cloud,
- Le troisième chapitre détaille quelques cas d'utilisation du Cloud, ainsi que l'installation et la configuration des différents composants de la solution choisie par nos soins dans le chapitre précédent, en vue d'avoir une utilisation du Cloud

dans un contexte privé.

Enfin dans le dernier chapitre nous effectuons une étude pour simuler le cas d'un fournisseur de service Cloud avec la création d'une architecture de types IaaS (Infrastructure as a Service) pour une startup informatique.

## I. Introduction

Indéniablement, la technologie de l'internet se développe d'une manière exponentielle depuis sa création. Actuellement, une nouvelle "tendance" a fait son apparition dans le monde de l'IT (information Technologies : Technologies de l'information et de la communication), il s'agit du Cloud Computing. Cette technologie, s'appuie sur le WEB 2.0, offre des occasions aux sociétés de réduire les coûts d'exploitation des logiciels par leurs utilisations directement en ligne [3].

Dans ce chapitre nous allons présenter les notions fondamentales du Cloud Computing, ses enjeux, ses évolutions et son utilité ainsi que la technologie qui la constitue et les différents acteurs du secteur.

Nous devons dans un premier temps étudier le Cloud Computing de manière générale (Définitions, Avantages, inconvénients...), dans un second temps nous allons étudier les trois services principaux, sur lesquels le Cloud Computing repose: applicatif, plateforme, infrastructure, qui ont donné naissance aux fameux SaaS/PaaS/IaaS. Et la dernière partie de ce chapitre présente les différents avantages et inconvénient du Cloud Computing, et met l'accent sur l'aspect de la sécurité du Cloud Computing.

## II. Historique

Techniquement, le concept de Cloud Computing est loin d'être nouveau, il est même présent depuis des décennies. On en trouve les premières traces dans les années 1960, quand John McCarty<sup>1</sup> affirmait que cette puissance de traitement informatique serait accessible au public dans le futur. Le terme en lui-même est apparu plus couramment aux alentours de la fin du XXe siècle et il semblerait que Amazon.com soit l'un des premiers à avoir assemblé des data-center et fournit des accès à des clients. Les entreprises comme IBM et Google ainsi que plusieurs universités ont seulement commencé à s'y intéresser sérieusement aux alentours de 2008, quand le Cloud Computing est devenu un concept à la mode.

Réalisant ce qu'ils pourraient faire de toute cette puissance, de nombreuses compagnies ont ensuite commencé à montrer un certain intérêt, puis à échanger leurs anciennes infrastructures et applications internes contre ce que l'on appelle les « pay

---

<sup>1</sup> *John McCarthy* (né le 4 septembre 1927, à *Boston, Massachusetts*) est le principal pionnier de l'intelligence artificielle. Il est également l'inventeur en 1958 du langage *Lisp*. A la fin des années 1950, il a créé avec *Fernando Cobarto* la technique du temps partagé, qui permet à plusieurs utilisateurs d'employer simultanément un même ordinateur.

per-use service » (services payés à l'utilisation) [1].



**Figure I.1 : Evolution du Cloud Computing**

Auparavant, seuls les superordinateurs permettaient de fournir cette puissance et étaient principalement utilisés par des gouvernements, des militaires, des laboratoires et des universités pour réaliser des calculs aussi complexes que prédire le comportement d'un avion en vol, les changements climatiques ou la simulation d'explosions nucléaires. Désormais, des entreprises comme Google fournissent des applications qui exploitent le même type de puissance et sont accessibles à tout moment, de n'importe où et par tout un chacun via Internet

Quelques universités prestigieuses ont également lancé leurs propres programmes de Cloud Computing en fournissant des accès à des maillages de centaines ou milliers de processeurs. Des entreprises comme IBM, ont récemment annoncé leur intention d'utiliser massivement le Cloud Computing à l'avenir. Ces derniers ont récemment dévoilé un système ultra-performant connu sous le nom de « Blue Cloud » qui permettra d'aider les banques et diverses entreprises à distribuer leurs calculs sur un très grand nombre de machines sans posséder d'infrastructure en interne.

Actuellement les experts sont convaincu que bientôt, nous utiliserons le Cloud Computing de la même manière que nous utilisons l'électricité, c'est à dire en payant uniquement ce que nous consommons sans même nous soucier des aspects techniques nécessaires au bon fonctionnement du système. Le principal facteur de développement restant le fait que toute cette puissance est à tout moment partagée par plusieurs utilisateurs et évite ainsi de perdre du « temps machine » à ne rien faire. Cela devrait également drastiquement réduire les coûts de développement et donc les prix. [2]

### III. Définitions

Le Cloud Computing, littéralement l'informatique dans les nuages est un concept qui consiste à déporter sur des serveurs distants des stockages et des traitements informatiques traditionnellement localisés sur des serveurs locaux ou sur le poste de l'utilisateur. Il consiste à proposer des services informatiques sous forme de service à la demande, accessible de n'importe où, n'importe quand et par n'importe qui, grâce à un système d'identification, via un PC et une connexion à Internet. Cette définition est loin d'être simple à comprendre, toutefois l'idée principale à retenir est que le Cloud n'est pas un ensemble de technologies, mais un modèle de fourniture, de gestion et de consommation de services et de ressources informatiques [3].

Pour Wikipédia, il s'agit : «d'un concept de déportation sur des serveurs distants des traitements informatiques traditionnellement localisés sur le poste client ». [9]

Pour CISCO : « Le Cloud Computing est une plateforme de mutualisation informatique fournissant aux entreprises des services à la demande avec l'illusion d'une infinité de ressources » [4].

Pour le groupe de travail CIGREF le Cloud Computing est défini par les quatre points suivant :

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

### IV. Éléments constitutifs du Cloud Computing

Les éléments pouvant constituer le système Cloud sont les suivants :

#### IV.1. La virtualisation

La virtualisation se définit comme l'ensemble des techniques matérielles et/ou logiciels qui permettent de faire fonctionner sur une seule machine, plusieurs systèmes d'exploitation (appelées machines virtuelles (VM), ou encore OS invitée) [5].

La virtualisation des serveurs permet une plus grande modularité dans la répartition des charges et la reconfiguration des serveurs en cas d'évolution ou de défaillance momentanée.



Les intérêts de la virtualisation sont multiples, on peut citer :

- ✓ L'utilisation optimale des ressources d'un parc de machines (répartition des machines virtuelles sur les machines physiques en fonction des charges respectives).
- ✓ L'économie sur le matériel (consommation électrique, entretien physique, surveillance).
- ✓ L'installation, tests, développements sans endommager le système hôte [6].

### **IV.2. Le Datacenter**

Un centre de traitement de données (data center en anglais) est un site physique sur lequel se trouvent regroupés des équipements constituant le système d'information de l'entreprise (mainframes, serveurs, baies de stockage, équipements réseaux et de télécommunications, etc.). Il peut être interne et/ou externe à l'entreprise, exploité ou non avec le soutien des prestataires. Il comprend en général un contrôle sur l'environnement (climatisation, système de prévention contre l'incendie, etc.), une alimentation d'urgence et redondante, ainsi qu'une sécurité physique élevée.

Cette infrastructure peut être propre à une entreprise et utilisée par elle seule ou à des fins commerciales. Ainsi, des particuliers ou des entreprises peuvent venir y stocker leurs données suivant des modalités bien définies [6].

### **IV.3. La Plateforme collaborative**

Une plate-forme de travail collaboratif est un espace de travail virtuel. C'est un site qui centralise tous les outils liés à la conduite d'un projet et les met à disposition des acteurs.

L'objectif du travail collaboratif est de faciliter et d'optimiser la communication entre les individus dans le cadre du travail ou d'une tâche.

Les plates-formes collaboratives intègrent généralement les éléments suivants :

- ✓ Des outils informatiques.
- ✓ Des guides ou méthodes de travail en groupe, pour améliorer la communication, la production, la coordination.
- ✓ Un service de messagerie.
- ✓ Un système de partage des ressources et des fichiers.
- ✓ Des outils de type forum, pages de discussions

- ✓ Un trombinoscope, ou annuaire des profils des utilisateurs.
- ✓ Des groupes, par projet ou par thématique.
- ✓ Un calendrier. [6]

## V. Les formes de déploiement du Cloud Computing

Nous distinguons trois formes de Cloud Computing : Le Cloud publique, également le premier apparu, le Cloud privé et le Cloud hybride qui est en fait la combinaison des deux premiers.

### V.1. Le Cloud publique

Le principe est d'héberger des applications, en général des applications Web, sur un environnement partagé avec un nombre illimité d'utilisateurs. La mise en place de ce type de Cloud est gérée par des entreprises tierces (exemple Amazon, Google, etc.) et il est accessible selon le modèle pay-as-you-go (payer selon la consommation) [7]. Les fournisseurs du Cloud publique les plus connus sont Google et Amazon.

Ce modèle :

- ✓ Demande de lourds investissements pour le fournisseur de services
- ✓ Offre un maximum de flexibilité
- ✓ N'est pas sécurisé

### V.2. Le Cloud privé

C'est un environnement déployé au sein d'une entreprise. Ainsi, elle doit gérer toute seule son infrastructure. Dans ce cas, implémenter un Cloud privé signifie transformer l'infrastructure interne en utilisant des technologies telles que la virtualisation pour enfin délivrer, plus simplement et plus rapidement, des services à la demande. L'avantage de ce type de Cloud par rapport au Cloud publique réside dans l'aspect de la sécurité et la protection des données [7].

En effet, l'ensemble du matériel est conservé au sein de votre propre emplacement. De ce fait, les ressources sont détenues et contrôlées par votre propre département informatique.

Eucalyptus, OpenNebula et OpenStack sont des exemples de solution pour la mise en place du Cloud privé.

Ce modèle est :

- ✓ Cher pour le client.

- ✓ Dédié et sécurisé.
- ✓ Moins flexible comparé au Cloud public.

### ***V.3. Le Cloud hybride***

En général, on entend par Cloud hybride la cohabitation et la communication entre un Cloud privé et un Cloud public dans une organisation partageant des données et des applications (Par exemple, un Cloud dédié pour les données et un autre pour les applications) [7]. Ce modèle :

- ✓ Permet d'allier les avantages des deux modèles de déploiement.
- ✓ Permet la gestion de deux Cloud qui peut s'avérer plus contraignant.

## **VI. Les services du Cloud Computing**

Le Cloud Computing est composé de trois services, que nous allons exposer.

### ***VI.1. IaaS (Infrastructure as a Service)***

Il s'agit de la mise à disposition, à la demande, de ressources d'infrastructures dont la plus grande partie est localisée à distance dans des Data-centers.

L'IaaS permet l'accès aux serveurs et à leurs configurations pour les administrateurs de l'entreprise. Le client a la possibilité de louer des clusters, de la mémoire ou du stockage de données. Le coût est directement lié au taux d'occupation. Une analogie peut être faite avec le mode d'utilisation des industries des commodités (électricité, eau, gaz) ou des télécommunications, Eucalyptus est un exemple d'infrastructure [3].

#### **VI.1.1. Avantage**

Grande flexibilité, contrôle total des systèmes, qui permet d'installer tout type de logiciel métier.

#### **VI.1.2. Inconvénient**

Besoin d'administrateurs système comme pour les solutions de serveurs classiques sur site [8].

### ***VI.2. PaaS (Platform as a Service)***

Il s'agit des plateformes du nuage, regroupant principalement les serveurs mutualisés et leurs systèmes d'exploitation. En plus de pouvoir délivrer des logiciels en mode SaaS, le PaaS dispose d'environnements spécialisés au développement comprenant les langages, les outils et les modules nécessaires.

L'avantage est que ces environnements sont hébergés par un prestataire basé à l'extérieur de l'entreprise ce qui permet de ne disposer d'aucune infrastructure et de personnel de maintenance et donc de pouvoir se consacrer au développement.

### **VI.2.1. Avantage**

Le déploiement est automatisé, pas de logiciel supplémentaire à acheter ou à installer.

### **VI.2.2. Inconvénient**

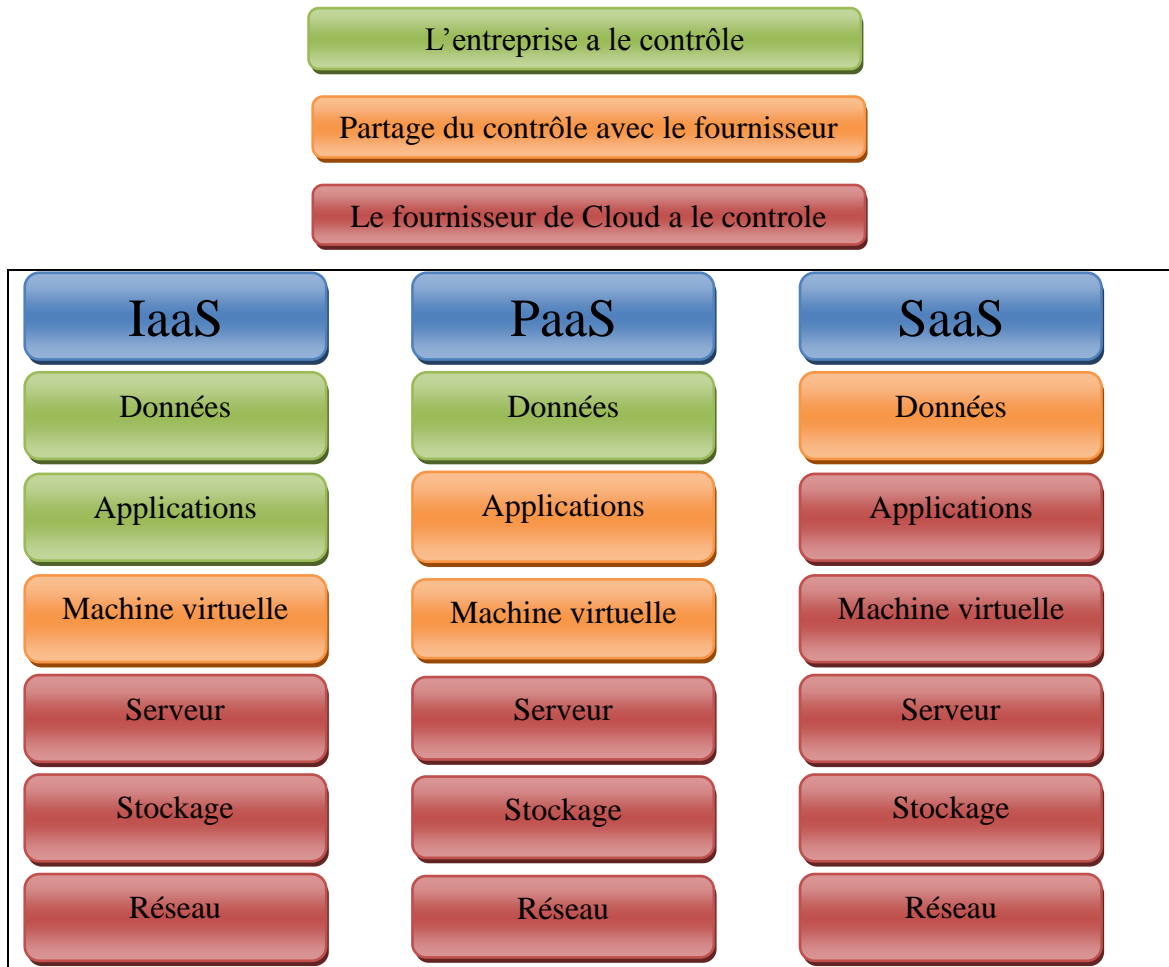
Limitation à une ou deux technologies (ex. : Python ou Java pour Google AppEngine, .NET pour Microsoft Azure, propriétaire pour force.com). Pas de contrôle des machines virtuelles sous-jacentes. Convient uniquement aux applications Web. [3]

## ***VI.3. Saas (Software as a Service)***

Concept consistant à proposer un abonnement à un logiciel plutôt que l'achat d'une licence.

On oublie donc le modèle client-serveur et aucune application n'est installée sur l'ordinateur, elles sont directement utilisables via le navigateur Web. L'utilisation reste transparente pour les utilisateurs, qui ne se soucient ni de la plateforme, ni du matériel, qui sont mutualisés avec d'autres entreprises.

Le SaaS remplace l'ASP, aussi appelé fournisseur d'applications hébergées ou FAH, ou application service provider en anglais ou ASP, qui est une entreprise qui fournit des logiciels ou des services informatiques à ses clients au travers d'un réseau.



**Figure I.2 : Répartition des responsabilités [19]**

Deux principales différences avec l'ASP traditionnel sont qu'une simple interface web est utilisée côté client dans tous les cas (pas de client lourd), et que le SaaS propose une seule instance de logiciel qui évolue indépendamment des clients. Avec l'arrivée du Haut débit, les logiciels en mode SaaS deviennent utilisables sans problèmes.

### **VI.3.1. Avantage**

Plus d'installation, plus de mise à jour (elles sont continuées chez le fournisseur), plus de migration de données etc. Paiement à l'usage. Test de nouveaux logiciels avec facilité.

### **VI.3.2. Inconvénient**

Limitation par définition au logiciel proposé. Pas de contrôle sur le stockage et la sécurisation des données associées au logiciel. Réactivité des applications Web pas toujours idéale [3].

La figure I.2 ci-dessus résume les différents modèles de service, et montre comment les responsabilités sont théoriquement réparties suivant les modèles IaaS, PaaS, SaaS pour l'entreprise, le partage du contrôle avec le fournisseur, et le fournisseur du Cloud.

La figure ci-dessous (Fig I.3) présente les trois couches du Cloud Computing ainsi que leurs acteurs en donnant un compromis flexibilité/simplicité. En Cloud, la flexibilité est obtenue grâce à la virtualisation des systèmes d'exploitation.

La plateforme est exécutée via des machines virtuelles et les ressources peuvent être allouées et délibérées à la demande. Ainsi, l'IaaS est considéré comme le service le plus flexible.

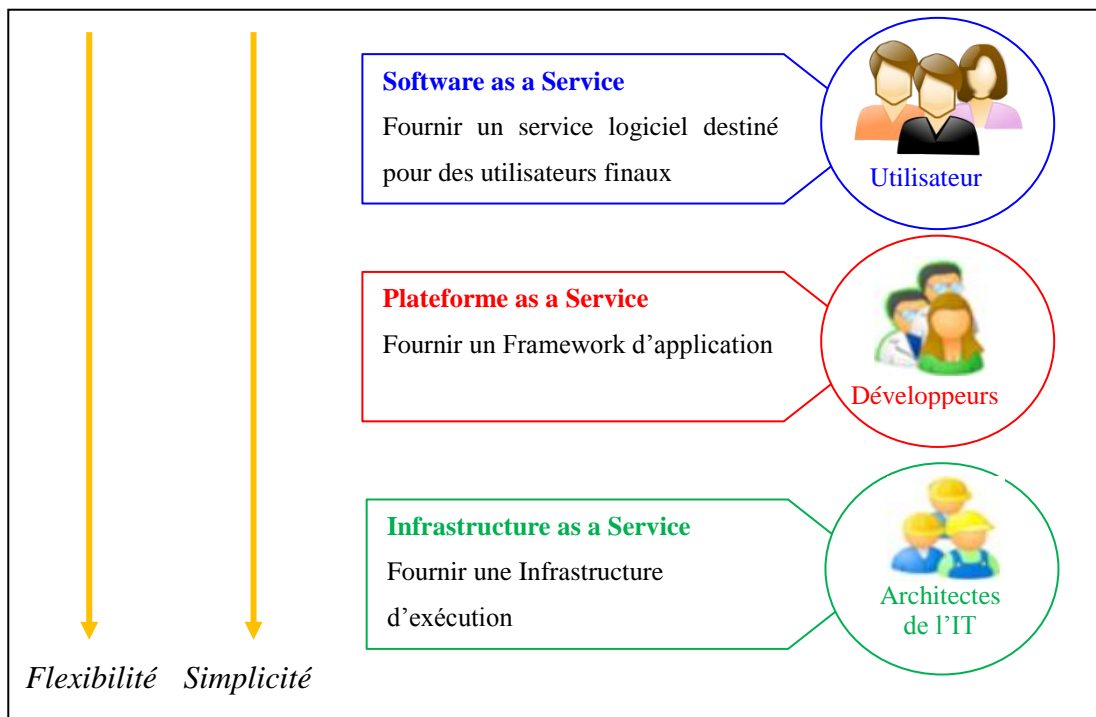


Figure I.3 : Les différents niveaux des services du Cloud Computing

#### VI.4. Avantages et inconvénients des services

Du point de vue économique, le Cloud Computing est essentiellement une offre commerciale d'abonnement économique à des services externes. Selon le National Institute of Standards and Technology, il existe trois catégories de services qui peuvent être offerts en Cloud Computing: IaaS, PaaS et SaaS [10].

Les avantages et les inconvénients de ces services ce résume dans le tableau ci-dessous.

	<b>Avantage</b>	<b>Inconvénient</b>
<b>SaaS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pas d'installation</li> <li>✓ Plus de licence</li> <li>✓ Migration</li> <li>✓ Accessible via un abonnement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Logiciel limité</li> <li>✓ Sécurité</li> <li>✓ Dépendance des prestataires</li> </ul>
<b>PaaS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pas d'infrastructure nécessaire</li> <li>✓ Pas d'installation</li> <li>✓ Environnement hétérogène</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limitation des langages</li> <li>✓ Pas de personnalisation dans la configuration des machines virtuelles</li> </ul>
<b>IaaS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Administration</li> <li>✓ Personnalisation</li> <li>✓ Flexibilité d'utilisation</li> <li>✓ Capacité de stockage infini</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sécurité</li> <li>✓ Besoin d'un administrateur système</li> <li>✓ Demande pour les acteurs du Cloud des investissements très élevés</li> </ul>

**Tableau I.1 : Avantages et inconvénients des services [3] [8]**

## VII. Avantages et inconvénients du Cloud Computing

### VII.1. Avantages

➤ **Un démarrage rapide**

Le Cloud Computing permet de tester le business plan rapidement, à coûts réduits et avec facilité.

➤ **L'agilité pour l'entreprise**

Résolution des problèmes de gestion informatique simplement sans avoir à s'engager à long terme.

➤ **Un développement plus rapide des produits**

Réduction du temps de recherche pour les développeurs sur le paramétrage des applications.

➤ **Pas de dépenses de capital**

Plus besoin des locaux pour élargir les infrastructures informatiques [3]

### VII.2. Inconvénients

➤ **La bande passante peut faire exploser le budget**

La bande passante qui serait nécessaire pour mettre cela dans le Cloud est gigantesque, et les coûts seraient tellement importants qu'il est plus avantageux

d'acheter le stockage nous-mêmes plutôt que de payer quelqu'un d'autre pour s'en charger.

➤ **Les performances des applications peuvent être amoindries**

Un Cloud public n'améliorera définitivement pas les performances des applications.

➤ **La fiabilité du Cloud**

Un grand risque lorsqu'on met une application qui donne des avantages compétitifs ou qui contient des informations clients dans le Cloud.

➤ **Taille de l'entreprise**

Si l'entreprise est grande alors ses ressources sont grandes, ce qui inclut une grande consommation du Cloud. Du coup il serait peut-être plus intéressant à mettre au point son propre Cloud plutôt que d'en utiliser un externalisé. Les gains sont bien plus importants quand on passe d'une petite consommation de ressources à une consommation plus importante. [3]

## VIII. Cloud Computing et sécurité

La sécurité et la conformité émergent systématiquement, comme les principales préoccupations des responsables informatiques lorsqu'il est question de Cloud Computing, des préoccupations encore plus accentuées lorsqu'il s'agit de Cloud public [18].

La sécurité permet de garantir la confidentialité, l'intégrité, l'authenticité et la disponibilité des informations.

Certaines questions légitimes reviennent sans cesse :

- Mes données sont-elles sûres dans le Cloud ?
- Où sont stockées mes données ?
- Qui va avoir accès à mes données ?
- Aurais-je accès à mes données à n'importe quel moment ?
- Que deviendront mes données s'il y a interruption du service ?

La mise sur pied d'une solution de Cloud Computing comporte des problèmes de sécurité inhérents à la solution elle-même. Le fait de centraliser toutes les informations sur un site pose un grand nombre de problèmes. On peut citer comme problème potentiel :

- Une possible interruption massive du service.
- Une cible de choix pour les hackers



### ➤ Interface et API non sécurisé

Ce point de vulnérabilité du Cloud Computing fait l'objet depuis quelques années l'objet de recherches avancées. Il a été créé un organisme chargé de mettre sur pied des normes en matière de sécurité dans le Cloud Computing. Cet organisme s'appelle CSA (Cloud Security Alliance). Du travail de cet organisme, il en est ressorti certaines techniques utilisées de nos jours pour améliorer la sécurité du Cloud Computing. Parmi ces techniques on peut citer :

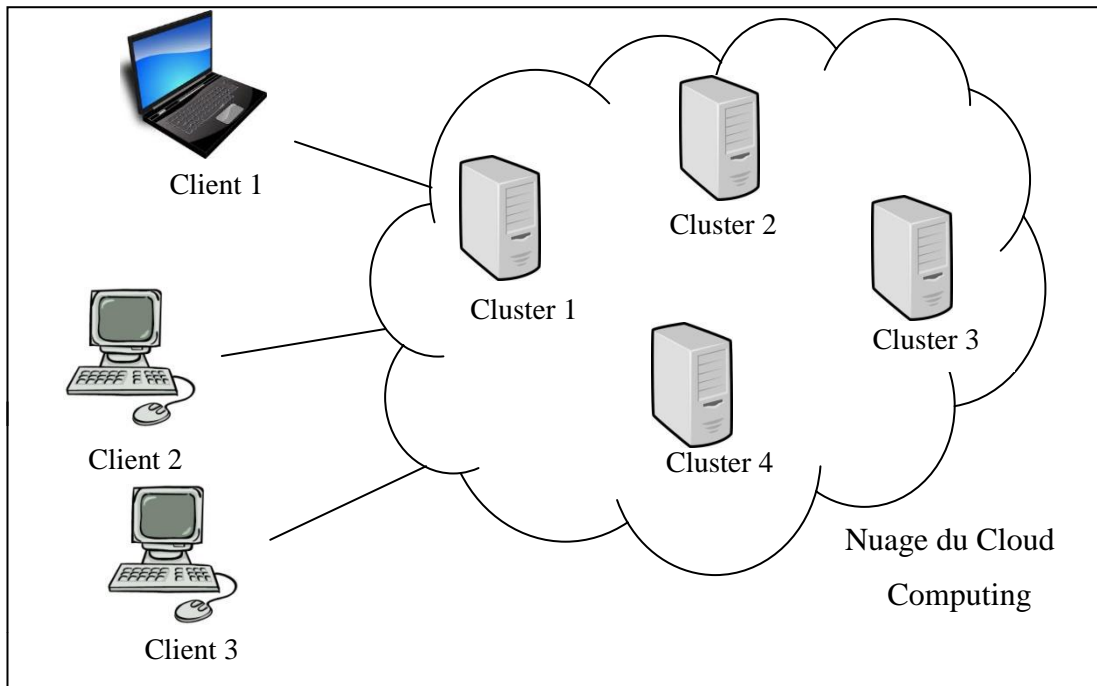
- La multi-location : cette technique permet de créer des instances d'une même donnée sur plusieurs sites différents. Elle permet une récupération facile en cas de désastre.
- Le chiffrement : le chiffrement de l'accès à l'interface de contrôle, le chiffrement des données dans le Cloud.
- L'isolation des machines virtuelles [19].

La sécurité absolue n'existe pas, donc le problème de sécurité reste le plus souvent un problème de confiance entre le fournisseur de service et le consommateur de service. Cette confiance se traduit par la signature d'un contrat nommé SLA (Service Level Agreement). Ce contrat précise les taux de disponibilité du service. En règle générale, et pour la plupart des fournisseurs, ce taux est supérieur à 99 %.

## IX. Cloud Computing et clusters

Le but du Cloud Computing est de construire un nuage de clusters, c'est à dire d'interconnecter un ensemble de machines sur un réseau défini. Les utilisateurs peuvent ensuite déployer des machines virtuelles dans ce nuage, ce qui leur permet d'utiliser un certain nombre de ressources. Par exemple de l'espace disque, de la mémoire vive, ou encore du CPU (processeur).

Cette infrastructure (Fig I.4), en allant plus dans les détails, est constituée de clusters et de nœuds. Les clusters servent à gérer l'interface entre les nœuds et l'utilisateur. Ainsi, lorsqu'on déploie une machine virtuelle sur un cluster, le cluster va créer une instance, qui se matérialisera par l'utilisation des ressources dans les nœuds [3].



**Figure I.4 : Nuage du Cloud Computing**

## X. Conclusion

Au cours de cette première partie, nous avons fourni une base théorique sur le Cloud Computing, en présentant ses types, ses services (IaaS, PaaS, SaaS), ses avantages et inconvénients, afin d'appliquer ses concepts à notre contexte.

## I. Introduction

Le Cloud Computing représente un nouveau défi dans le monde informatique. Plusieurs solutions sont proposées : des solutions propriétaires et des solutions open sources. Dans ce chapitre, nous allons présenter les différentes solutions Cloud existante, de manière non exhaustive, leur mode de fonctionnement, leurs avantages et leurs inconvénients en vue de dégager un choix qu'on va déployer.

## II. Solutions du Cloud existante

Une comparaison des solutions du Cloud Computing représente donc un bon point de départ. Voici un panorama de quelques solutions Cloud existantes.

### II.1. Solutions propriétaires

#### II.1.1. VMwareCloud

Les solutions de Cloud Computing VMware favorisent l'innovation et rendent l'environnement informatique plus efficace, plus flexible et plus fiable. VMware fournit à la direction informatique tout ce qui lui est nécessaire pour concevoir, faire fonctionner et gérer le Cloud, avec le personnel compétent, tout en quantifiant en permanence son impact. Avec l'aide de VMware, les clients font évoluer leurs « fondations » techniques, modèles organisationnels, processus d'exploitation et mesures financières. Ceci leur permet à la fois de bâtir une infrastructure de Cloud Computing et d'élaborer un modèle d'opérations capable d'exploiter tous les avantages du Cloud Computing. Les solutions de Cloud Computing VMware optimisent les capacités du Cloud :

- ✓ ***Déploiement de nouveaux services informatiques qui favorisent la croissance de l'entreprise*** : Il devient plus facile et plus rapide de créer et fournir les services qui permettront à l'entreprise de se démarquer des autres.
- ✓ ***Transformation de la direction informatique en moteur d'innovation*** : Les ressources informatiques libérées peuvent être consacrées à la mise en place de services qui facilitent la réalisation des objectifs métiers.
- ✓ ***Efficacité, flexibilité et fiabilité garantie [11]***.

### **II.1.2. Office 365**

C'est la version Cloud Computing de Microsoft avec des niveaux d'utilisation au choix : messagerie, office, partage et accès aux données,... Avec Office 365, Microsoft optimise le Virtual Office, et offre une solution Cloud qui permet via un simple abonnement d'accéder à l'ensemble des données depuis n'importe quelle plateforme (PC, Smartphone, Tablette). Microsoft met en place cette offre personnalisée et adaptée aux différents besoins des entreprises.

Office 365 leur permet de choisir uniquement les modules utiles pour ses utilisateurs; en sélectionnant uniquement les options adaptées sans gaspillage [12].

L'objectif est de mettre en place une solution de Cloud Computing Office 365 pour l'entreprise afin de réduire les charges d'investissement et d'exploitation des serveurs et d'applications.

Le but recherché derrière cette démarche est d'externaliser la messagerie électronique, de permettre aux utilisateurs d'accéder à des documents partagés sur l'espace SharePoint online et de pouvoir communiquer à l'aide de la messagerie instantanée de la vidéo conférence et cela de façon intégrée et cohérente selon des règles d'accès précises à travers des rôles utilisateurs.

Au besoin la solution sera intégrée en hybride avec le système d'information existant. La solution Cloud Office 365 proposée se focalise sur la mise en place des services suivants :

- ✓ *Externalisation de la messagerie* : Exchange online
- ✓ *Partage et gestion des documents sur Office 365* : SharePoint Online
- ✓ *Gestion de la communication Instantanée, Réunions et Conférences en ligne* : Lync Online [13].

## **II.2. Solutions libres**

### **II.2.1. Eucalyptus**

Eucalyptus est un outil open source issue d'un projet de recherche de l'université de Californie. Cette solution est la plus connue, car elle est intégrée dans les distributions Ubuntu Server et Debian.

Eucalyptus est écrit en C, Java et Python et permet de créer des Clouds IaaS de type privé ou hybride. Il supporte les machines virtuelles Linux ainsi que les hyperviseurs Xen et KVM. Son avantage majeur est le fait qu'il est compatible avec Amazon EC2.

Il possède également une version entreprise (payante) de la société Eucalyptus Systems qui apporte des fonctionnalités supplémentaires comme le support de VMware[14].

### **II.2.2. OpenNubela**

Il s'agit d'une plateforme purement open-source permettant de déployer des Clouds privés, hybrides et publics. Elle est écrite en C++, Ruby et Shell et elle supporte les hyperviseurs Xen, KVM et VMware. Le support de Virtualbox est prévu à partir de la version 4.0 de VirtualBox. Sa puissance consiste dans ses connecteurs vers des fournisseurs d'IaaS sur les Clouds publics tels que : Amazon EC2 Web Service, Nimbus WSRF, ElasticHosts REST, etc.

OpenNebula est soutenu par le projet européen RESERVOIR, qui propose une architecture complète pour la gestion de Datacenter et la création de services Cloud[15].

### **II.2.3. OpenStack**

Créé en juillet 2010 par la NASA et l'hébergeur américain Rackspace, OpenStack est une offre d'IaaS 100% open-source encore en développement qui a livré son code source récemment et qui permet aux sociétés de développer leurs propres solutions d'infrastructure du Cloud Computing.

Plus que trente fournisseurs soutiennent ce projet tels que : AMD, Intel, Dell et Citrix. OpenStack devrait également être intégré dans les prochaines versions d'Ubuntu comme c'est le cas pour Eucalyptus. Il comprend le logiciel OpenStackCompute pour la création automatique et la gestion de grands groupes de serveurs privés virtuels et le logiciel OpenStack Storage pour optimiser la gestion de stockage, répliquer le contenu sur différents serveurs et le mettre à disposition pour une utilisation massive de données[16].

## **III. Comparaison entre les logiciels du Cloud Computing**

Dans les paragraphes précédents, nous avons présenté une liste de logiciels permettant de créer des solutions Cloud. Il est à présent temps de faire le choix de celui qui nous convient le mieux. Une comparaison est menée dans le tableau ci-dessous, selon plusieurs critères choisis en fonction des conseils trouvés dans l'état de l'art.

**Tableau III.1 : Comparaison entre les solutions Cloud**

	<b>OenStack</b> [16][22]	<b>Eucalyptus</b> [20][21]	<b>OpenNubela</b> [20]
<b>Source Code</b>	Entièrement open-source, apache v2.0	Entièrement open-source, GPL v3.0	Entièrement open-source, apache v2.0
<b>Produit par</b>	Rackspace, NASA, Dell, Citrix, Cisco, Canonical et plus que 50 autres organisations	Apparu au début dans l'université Santa Barbara de l'université de Californie -Eucalyptus System Company	L'union Européenne
<b>But</b>	Créer et ouvrir des fonctionnalités de Cloud Computing en utilisant un logiciel open-source fonctionnant sur du matériel standard	Une réponse open source pour le Cloud commerciale EC2	Un Cloud privé pur
<b>Domaine d'utilisation</b>	Les sociétés, les fournisseurs de services, les chercheurs et les centres de données mondiaux qui cherchent à déployer à grande échelle leurs Cloud privés ou publiques	Les entreprises	Les chercheurs dans le domaine du Cloud Computing et de la virtualization
<b>Système d'exploitation supportés</b>	- Linux et récemment Windows - Exige x86 processor	Linux (Ubuntu, Fedora,CentOS, OpenSUSE et Debian)	Linux (Ubuntu, RedHat EnterpriseLinux, Fedora etSUSE Linux Enterprise Server)

	<b>OpenStack</b>	<b>Eucalyptus</b>	<b>OpenNubela</b>
<b>Langage de programmation</b>	Python	Java, C, Python	Java, C++, Ruby
<b>Stockage</b>	OpenStackStorage	Walrus	-GridFTP, Comulus (version récente de GridFTP - XCP
<b>Maturité</b>	Jeune, mais prometteur. Soutenu par de grands acteurs de différents secteurs (informatique, aéronautique, etc).	Aboutie, solution intégrée à Ubuntu Server, produit complet avec une interface de gestion web fonctionnelle.	Avancée, deuxième version stable, solution supportée par Debian.
<b>Hyperviseur</b>	Xen, KVM	Xen, KVM	Xen,KVM,VMware
<b>Installation</b>	Facile, installation automatisée et documentée.	Problématique, dépend de l'environnement réseau et matériel, difficulté en environnement hétérogène.	Manuelle, installation facile sur les distributions supportées (dont Debian et Ubuntu).
<b>Orientation</b>	Cloud public et privé	Cloud public et privé	Cloud privé
<b>Documentation</b>	Excellente, site bien fourni et facile d'accès avec à la fois un wiki contenant l'essentiel et une documentation officielle disponible et très détaillée.	Correcte, complète mais pas toujours à jour.	Complète, documentations, références de tous les fichiers de configuration, exemples. Manque d'aide sur un environnement complexe.

## IV. Choix de la solution à déployer

Dans les paragraphes précédents, nous avons présenté une liste des logiciels permettant de créer des solutions Cloud Computing. La mise en place d'un environnement de ce dernier pour des buts de recherche nécessite initialement le choix d'une solution :

- ✓ Open source sécurisée (Sous licence libre)
- ✓ Facile à installer et déployer
- ✓ Extensible
- ✓ Modulaire et innovante
- ✓ S'adaptant à tous types d'infrastructures existantes
- ✓ S'adressant à toutes les tailles d'entreprise
- ✓ Bien documenté
- ✓ jeune

Donc la solution qui convient le mieux et répond à nos besoins est OpenStack, la figure II.1 ci dessous présente le pourcentage d'utilisation du logiciel OpenStack par rapport aux autres solutions selon Zenoss.com.

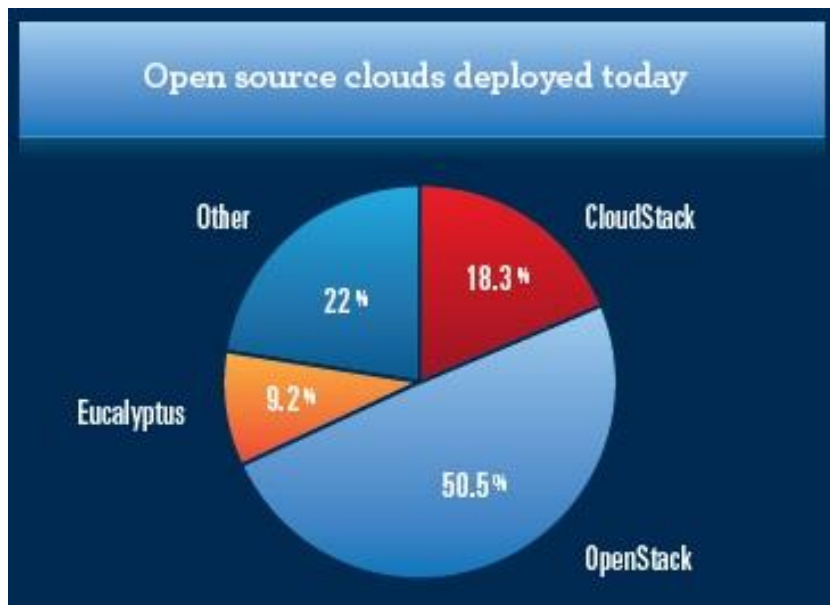


Figure II.1 : Pourcentage d'utilisation d'OpenStack



## V. OpenStack

### V.1. Présentation

OpenStack est un logiciel libre qui permet la construction de Cloud privé et public de type IaaS sous licence Apache qui a pour but d'aider les organisations à mettre en œuvre un système de serveur et de stockage virtuel.

Il s'installe sur un système d'exploitation libre comme Ubuntu ou Debian et se configure entièrement en ligne de commande. C'est un système robuste et qui a fait ses preuves auprès des professionnels du domaine.

OpenStack joue le rôle d'une couche de management de Cloud qui assure la communication entre la couche physique où se trouve des serveurs physiques occupés par des hyperviseurs différents (Vmware ESX, Citrix Xen, KVM, qemu...) et la couche applicative (Applications, utilisateurs, administrateurs...) [17].

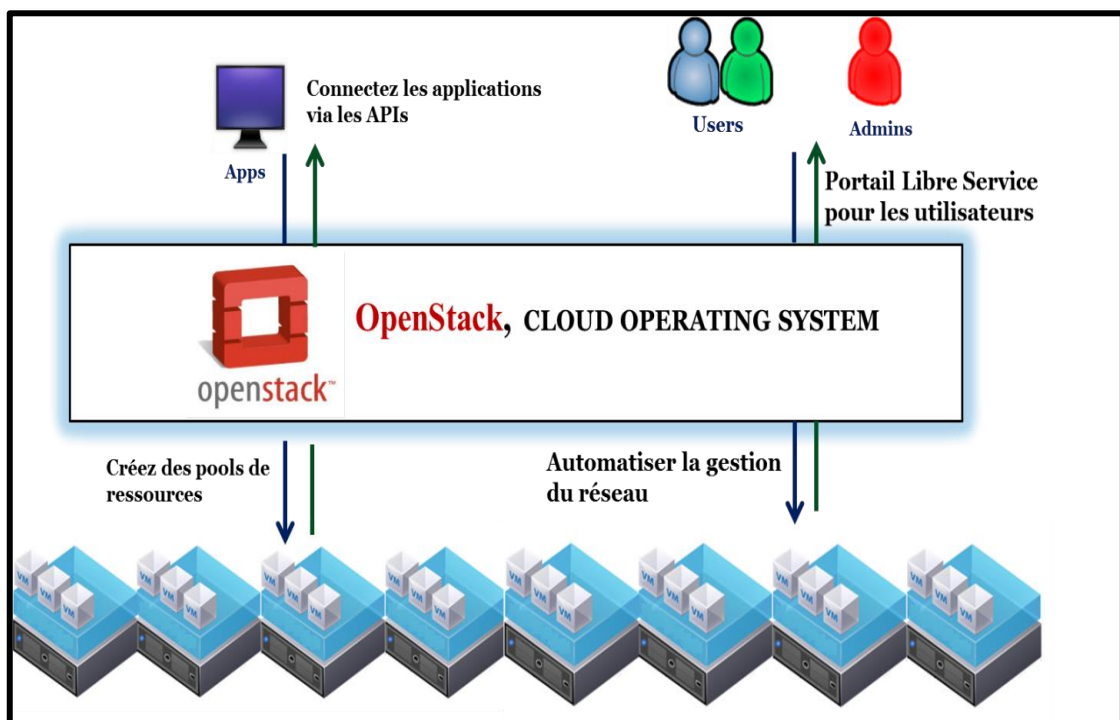


Figure II.2 : Le rôle d'OpenStack [23]

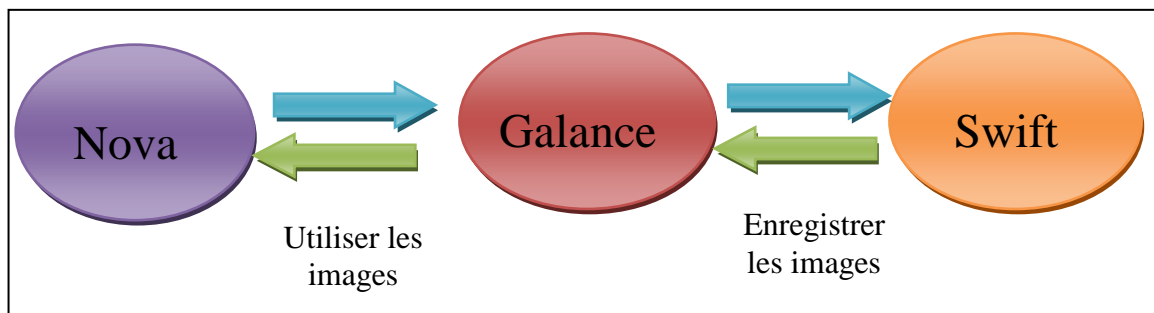
OpenStack a libéré plusieurs versions comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

**Tableau III.2 : Les versions d'OpenStack**

Nom	Date de sortie	Nom de composant inclus
<b>Austin</b>	21 Octobre 2010	Nova, Swift
<b>Bexar</b>	3 Fevrier 2011	Nova, Swift, glance
<b>Cactus</b>	15 Avril 2011	Nova, Swift, glance
<b>Diablo</b>	22 Septembre 2011	Nova, Swift, glance
<b>Essex</b>	5 Avril 2012	Nova, Swift, glance, horizon, Keystone
<b>Folsom</b>	27 Septembre 2012	Nova,Swift, glance, horizon, Keystone,quantum, cinder
<b>Grizzly</b>	4 Avril 2013	Nova, Swift, glance, horizon, Keystone, quantum, cinder Keystone, quantum, cinder

OpenStack est composé d'une série de logiciels et de projets au code source libre qui sont maintenus par la communauté incluant: OpenStackCompute (nommé Nova), OpenStack Object Storage (nommé Swift), et OpenStack Image Service (nommé Glance).

La figure suivante montre l'écosystème d'images d'OpenStack en se basant sur ses trois projets.



**Figure II.3 : Ecosystème d'images d'OpenStack [22]**

## V.2. Architecture

Elle s'articule autour de trois composants:

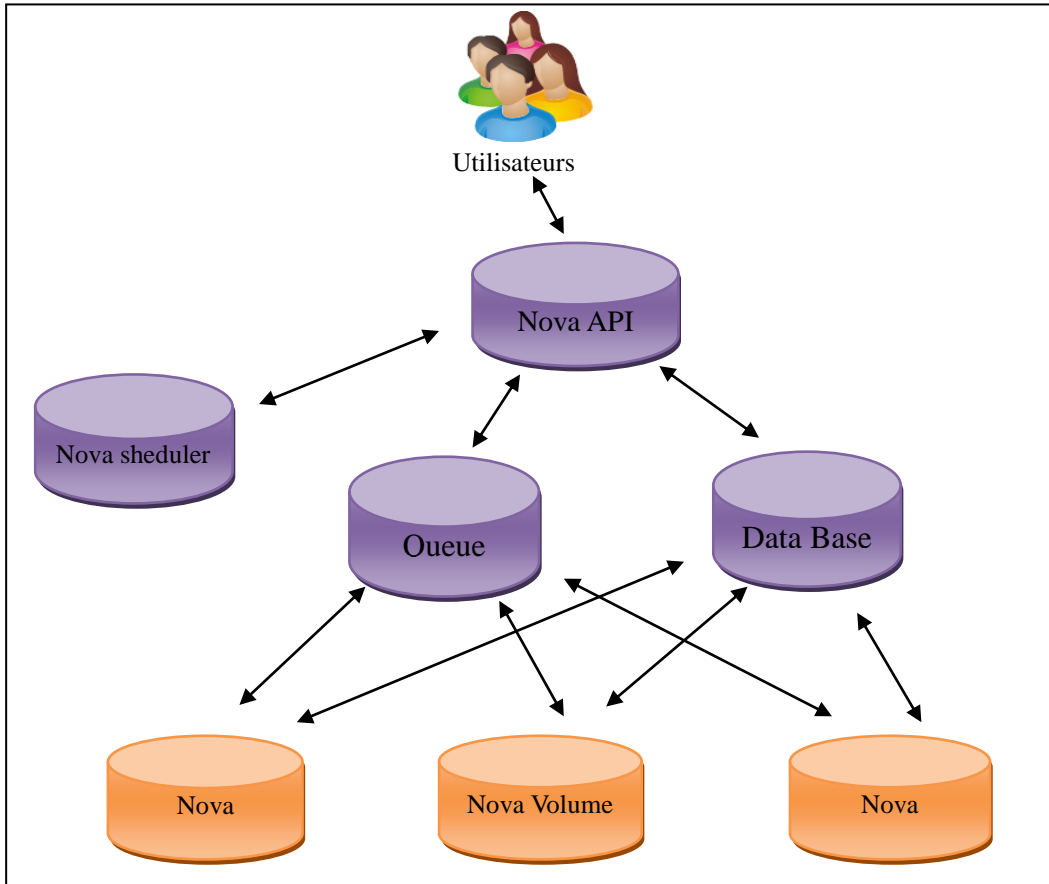
### V.2.1. OpenStackCompute (projet Nova)

Compute sert à la gestion de larges réseaux de machines virtuelles et d'une architecture redondante et évolutive. Elle fournit une interface d'administration et l'API nécessaire à l'orchestration du Cloud. Elle inclue : les gestions des instances serveurs,

la gestion du réseau et les contrôle d'accès [17].

➤ **Architecture de Nova**

La figure II.4 présente l'architecture Nova.



**Figure II.4 : Architecture de Nova [22]**

Le tableau ci-dessous va nous permettre de comprendre l'architecture Nova Compute et les rôles de chaque composant :

**Tableau IV.3 : les composants de Nova [22][23]**

Le composant Nova	Le rôle
API	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cœur de Nova</li> <li>✓ Fonction Principale : Cloud Controller avec le service nova-api.</li> <li>✓ Compatible avec l'API Amazon EC2</li> <li>✓ Ecoute sur le port 8773 pour EC2 API et 8774 pour OpenStack API</li> <li>✓ Initialise la plupart des activités</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Renforce certaines fonctionnalités (ex : quotas)</li> </ul>
Scheduler	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Principe simple : il prend une demande d'instance de machine virtuelle et détermine où (quel « Compute server ») doit-elle être exécutée.</li> <li>✓ Fonctionnement par algorithmes pour assurer un fonctionnement optimal.</li> <li>✓ 3 choix d'ordonnancement :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Simple : tente de trouver l'hôte le moins « chargé »</li> <li>- Chance (celui par défaut) : choisit un hôte disponible au hasard depuis sa « Service Table »</li> <li>- Zone : Prend un hôte au hasard depuis une zone « disponible »</li> </ul> </li> </ul>
Nova Compute	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Créé et termine les instances de machines virtuelles</li> <li>✓ Reçoit et exécute des actions visant à mettre à jour les états des VM dans la base de données</li> <li>✓ Supporte plusieurs API : KVM, Xen, Citrix, VMware, Hyper-V, ...</li> </ul>
Nova Volume	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gère la création, l'attachement et le détachement de volumes persistants.</li> <li>✓ Compatible avec AoE, iSCSI (dont Solaris ZFS), Sheepdog, RBD, LeftHand (HP).</li> </ul>
Nova Network	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Configure les interfaces bridge</li> <li>✓ Adapte les règles de pare-feu (Iptables)</li> <li>✓ 2 types d'adresse IP pour une instance :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adresse fixe : privée</li> <li>- Adresse provisoire : publique</li> </ul> </li> <li>✓ 3 gestionnaires de réseaux :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flat : adresse fixe attachée à l'interface bridge</li> <li>- Flat DHCP : adressage dynamique pour chaque interface bridge</li> <li>- Support des VLAN : chaque projet dispose de sa plage d'adresses IP accessibles via VLAN.</li> </ul> </li> </ul>
Queue	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Point de passage obligé pour les instructions échangées entre</li> </ul>

	les services ✓ Différents types de files d'attente de messages pour faciliter la communication : Topics, Fanout, Host...
Data Base	✓ Enregistre la configuration et les états en temps réels pour une infrastructure Cloud : types d'instances disponibles, instances en cours d'utilisation, réseaux disponibles, projets, ✓ Supporte la plupart des SGBD : MySQL, PostgreSQL

### V.2.2. OpenStack Object Storage (projet Swift)

Object Storage sert à la création d'espace de stockage redondant et évolutif pour le stockage de plusieurs pétaoctets de données. Il ne s'agit pas réellement d'un système de fichier mais est surtout conçu pour le stockage à long terme de gros volumes. Il utilise une architecture distribuée offrant plusieurs points d'accès pour éviter les SPOF (Single Point Of Failure) [17].

#### ➤ *Architecture de Swift*

Swift gère trois types d'objets différents :

- ✓ **Swift-Account** : Gère une base de données Sqlite3 contenant les objets de stockage
- ✓ **Swift-Container** : Gère une autre base de données Sqlite3 contenant la topologie des conteneurs
- ✓ **Swift-Object** : Topologie des objets réels enregistrés sur chaque nœud

La figure suivante (figure II.5) présente l'architecture Swift.

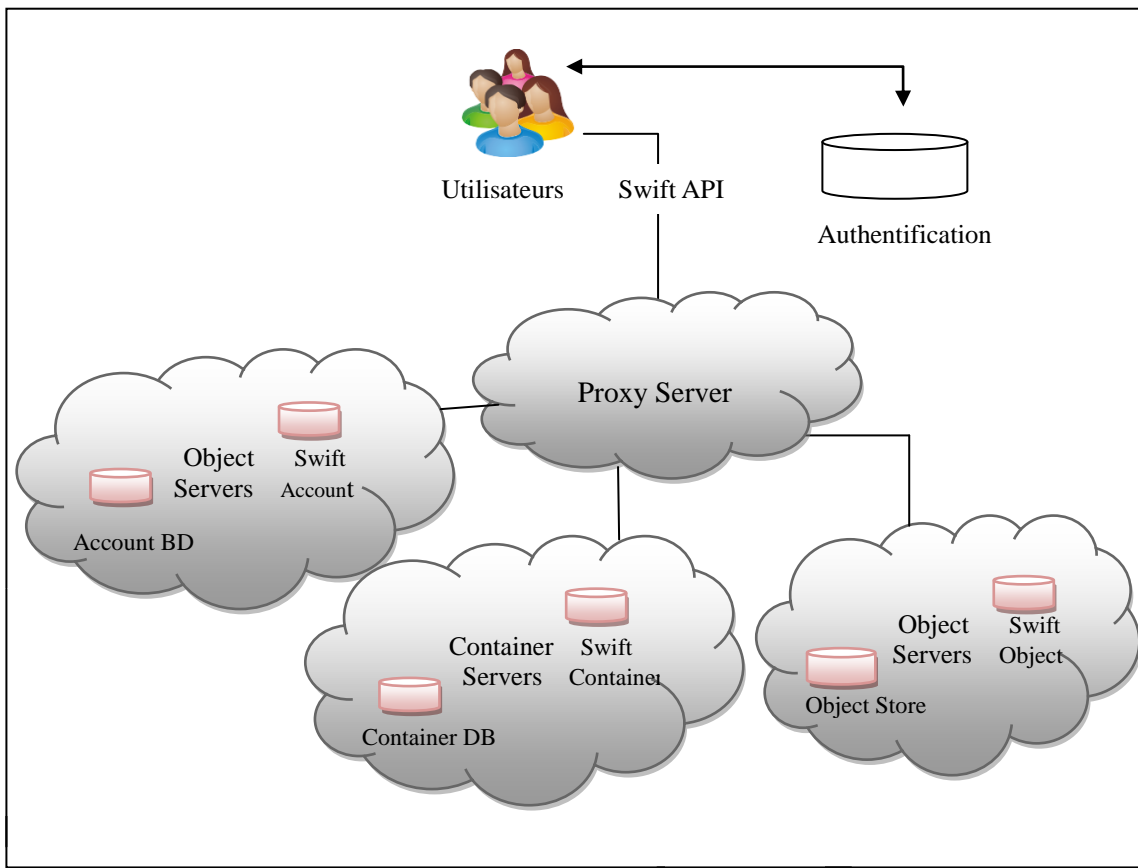


Figure II.5 : Architecture de swift [22]

### V.2.3. OpenStack Imaging Service (projet Glance)

Imaging Service fournit les services de stockages, de découvertes, d'enregistrements et de distributions pour les images disques de machines virtuelles. Il fournit également une API compatible REST permettant d'effectuer des requêtes pour obtenir des informations sur les images hébergées par les différents magasins de stockages [17].

La figure II.6 ci-dessous montre l'interaction entre les différents composants d'OpenStack vu précédemment

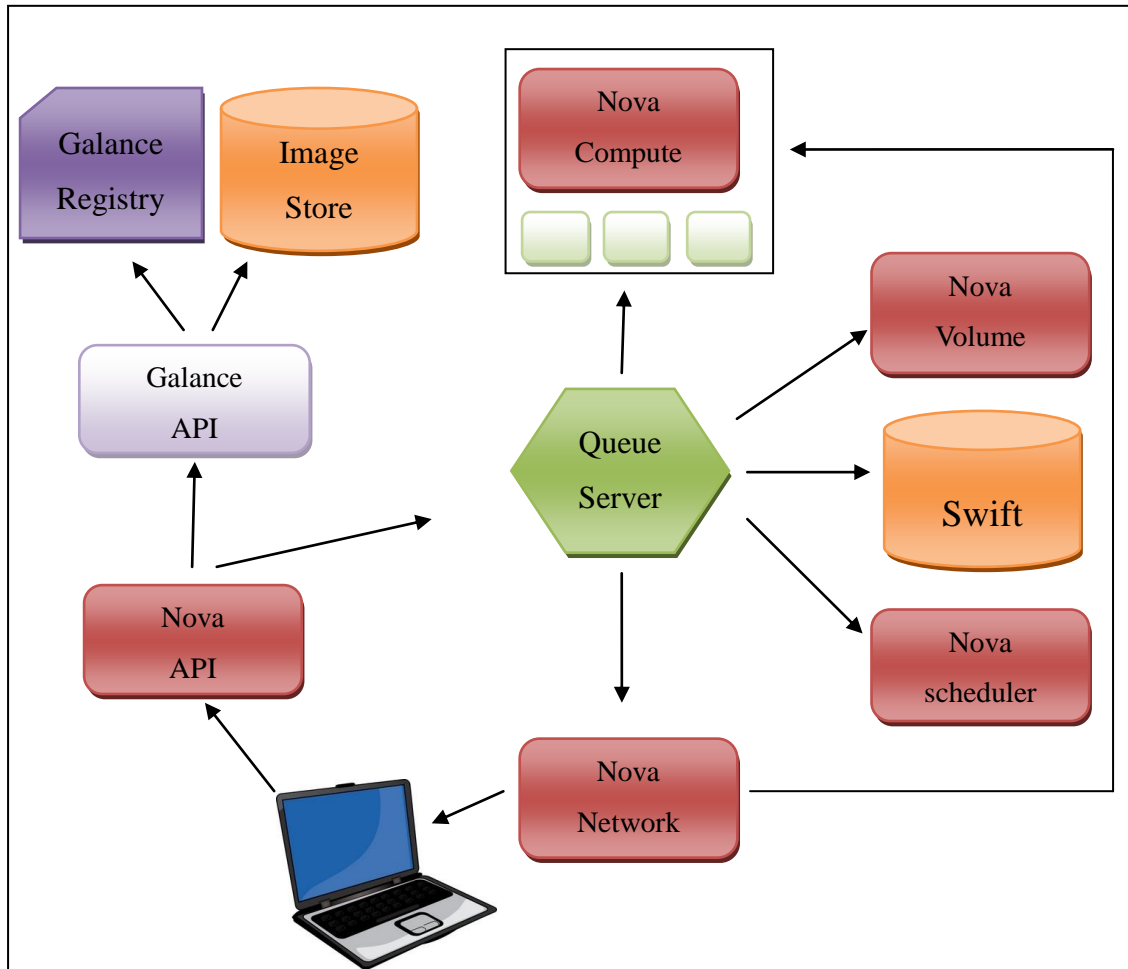


Figure II.6 : Architecture d'OpenStack [24]

En plus des composants principaux il y a aussi d'autres composants complémentaires comme :

\***Quantum**: permet d'offrir une gestion des réseaux à la demande à l'intérieur de son Cloud. Le service permet aux utilisateurs de créer des réseaux à la demande et d'y attacher des machines virtuelles. Quantum a une architecture ouverte grâce à des plugins permettant de supporter différents fournisseurs de réseau ou des technologies réseaux différentes. [25][23]

\***Cinder**: permet d'offrir des disques persistants pour les machines virtuelles. Ce service était inclus dans Nova à l'origine (sous le nom nova-volume) dans les versions précédente de OpenStack.[25]

\***Horizon** : est une interface Web permettant d'agir sur les différents services d'OpenStack. Avec cette interface Web vous pouvez créer des machines virtuelles,

assigner des adresses IP ou gérer le contrôle d'accès.[25]

\***Keystone** : permet d'offrir une gestion de l'identité et des autorisations d'accès pour les différents services d'OpenStack.[25][23]

## VI. Conclusion

Nous venons de présenter une liste non exhaustive des applications permettant de créer des Cloud privés. Pour notre déploiement, notre choix s'est arrêté sur OpenStack plus précisément sa dernière version stable nommée Grizzly. Pour tous ses avantages et surtout car il correspond exactement à ce que nous voulons déployer.

Dans la suite, nous allons mettre en place la solution choisie



## I. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons mettre en place notre solution OpenStack en présentant son architecture, quels sont les différents cas d'utilisation du système avec des diagrammes, comment se fera le dimensionnement des couches matérielles, notamment des serveurs et enfin nous allons présenter des spécifications sur les autres éléments à installer avant d'installer la solution proprement dite.

## II. La mise en place de la solution Openstack

Pour mettre en place la solution open source Openstack choisie, Il va falloir étudier les différents cas d'architecture possibles, présenter les utilisateurs du système et enfin l'installer. Cette installation nécessite une configuration matérielle et des outils logiciels et des prérequis bien spécifiques.

### II.1. Architecture d'installation

Selon la documentation Openstack il y a plusieurs architectures possibles. La figure suivante montre ces derniers.

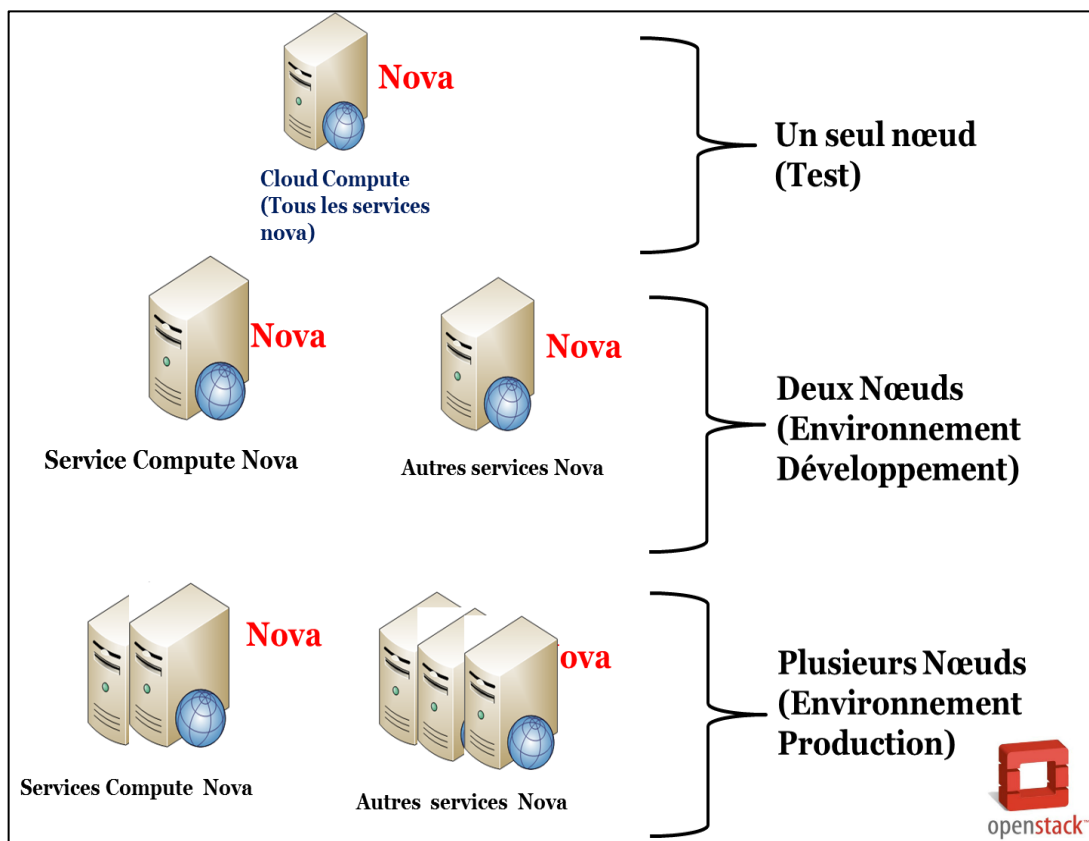


Figure III.1 : Les différentes architectures possibles[22].

Pour nos premiers pas nous avons donc essayé la première installation sur un seul nœud dans laquelle tous les services ainsi que toutes les instances sont hébergés au sein du même serveur. Cette solution nous permet uniquement d'effectuer des tests sur le Cloud pour des fins purement techniques.

## **II.2. Utilisateurs du système**

Afin de représenter les différentes fonctionnalités et utilisations possible du système, nous allons présenter une série de diagramme, en l'occurrence un diagramme des cas d'utilisation et des diagrammes de séquence.

Pour notre solution, il existe deux types d'utilisateurs L'administrateur du système et les utilisateurs.

### **II.2.1. L'administrateur**

L'administrateur est toute personne physique ayant reçu les droits d'administration. Généralement, lors de l'installation, on configure les droits du premier administrateur.

Un administrateur peut :

- ✓ Ajouter de nouveaux administrateurs
- ✓ Supprimer des administrateurs
- ✓ Ajouter de nouveaux utilisateurs
- ✓ Créer un projet.
- ✓ Créer de nouvelles machines virtuelles
- ✓ Gérer et créer un réseau

Chaque utilisateur possède un login et un mot de passe unique, modifiable à volonté par le concerné.

### **II.2.2. L'utilisateur**

L'utilisateur est toute personne physique de l'entreprise ayant reçu un compte d'accès.

A ce titre, il peut :

- ✓ - Stocker des données dans la limite de ses possibilités
- ✓ - Instancier des machines virtuelles.

### II.2.3. diagrammes

#### ➤ Diagramme de cas d'utilisation

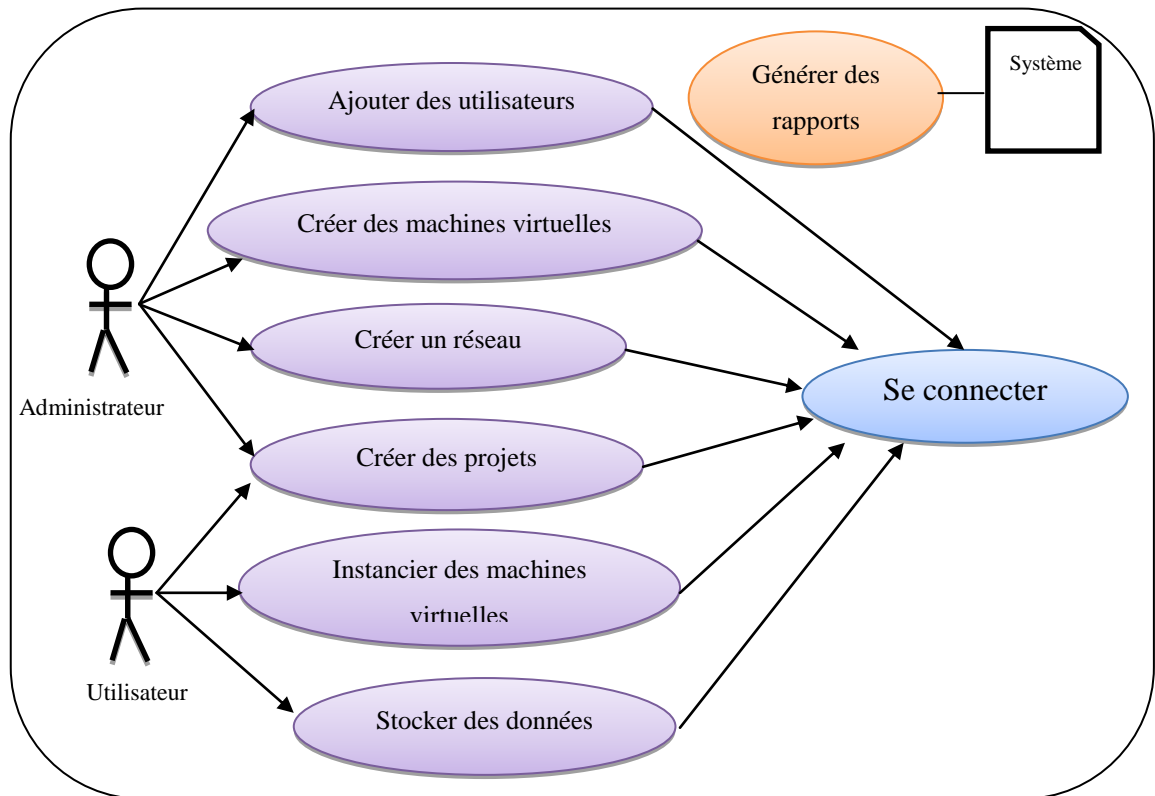


Figure III.2 : Diagramme de cas d'utilisation

#### ➤ Diagrammes de séquence

- Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Connexion »

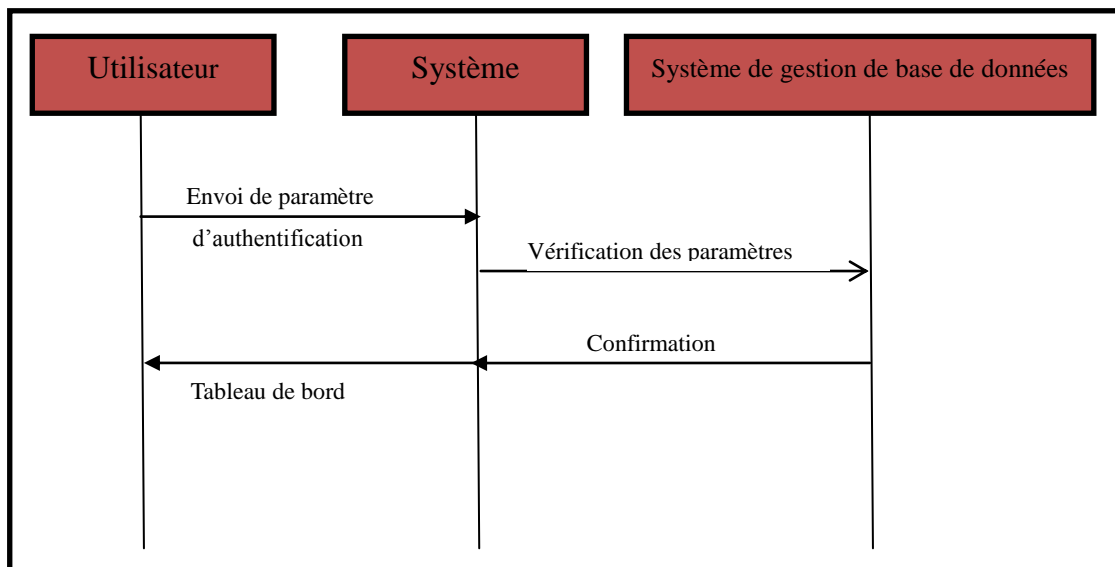


Figure III.3 : Diagramme de séquence « connexion »

- Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Création d'une machine virtuelle »

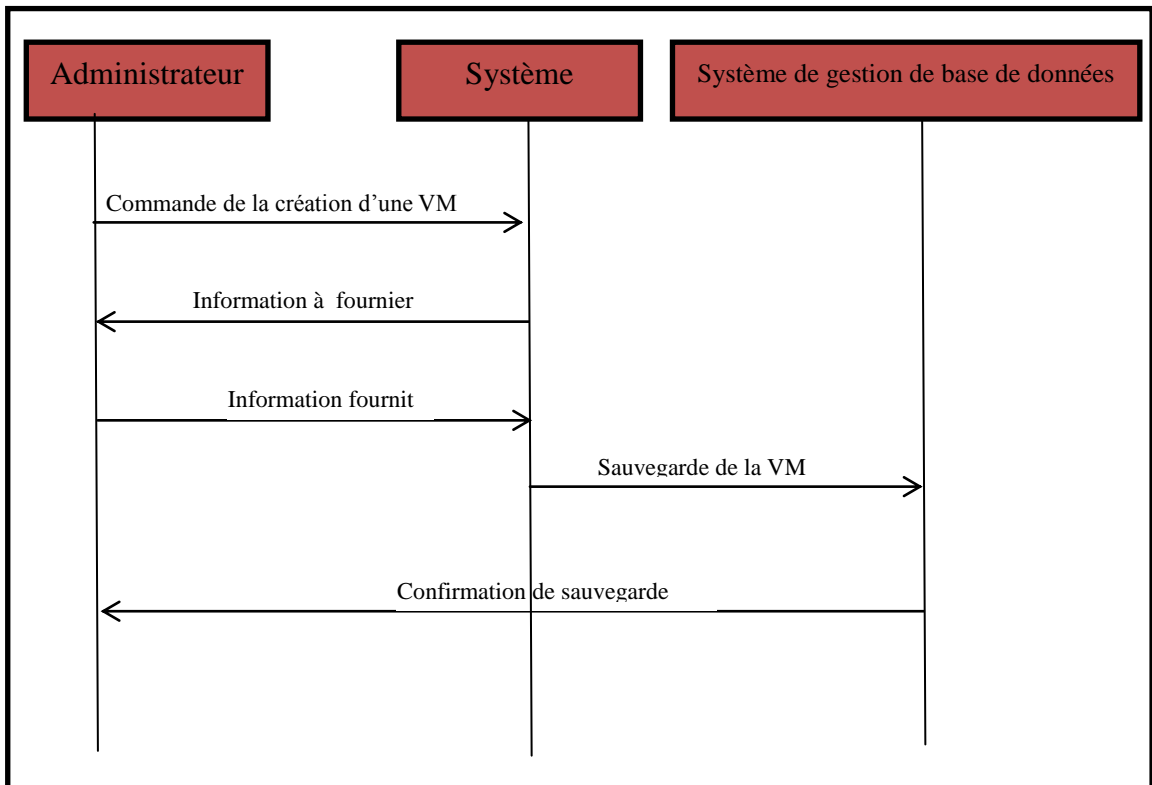


Figure III.4 : Diagramme de séquence « création d'une machine virtuelle »

- Diagramme de séquence du cas d'utilisation « Stocker des données »

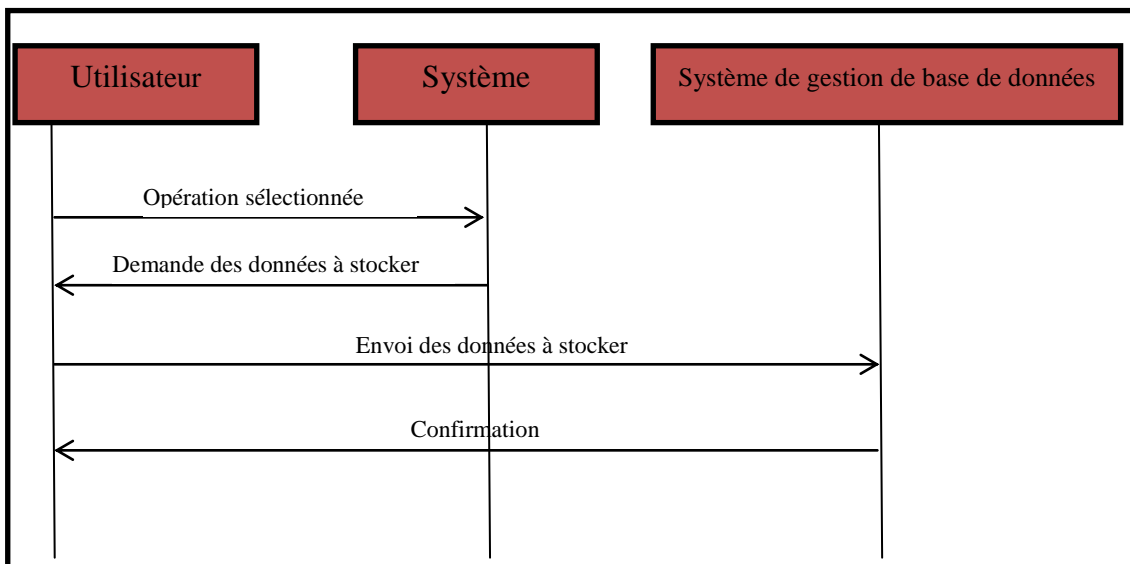


Figure III.5 : Diagramme de séquence « stocker des données »

## II.3. Installation d'OpenStack

Comme c'est une solution libre, donc son installation a été conduite sous Ubuntu LTS server 12.04 64 bits. L'installation de ce système d'exploitation se fait sur une machine virtuelle, afin d'optimiser les ressources de la machine. Le logiciel de virtualisation utilisé est VirtualBox.

### II.3.1. Installation et Configuration de VirtualBox

Pour installer VirtualBox il faut vérifier que le PC hôte supporte la virtualisation (VT-X doit être activé dans le BIOS), après l'installation on doit configurer le réseau de VirtualBox avec les deux interfaces réseaux suivantes :

- ✓ Eth0 : Bridge → Pour la gestion d'OpenStack.
- ✓ Eth1 : Bridge → Pour l'accès vers l'internet

Comme il est montré dans la figure suivante :

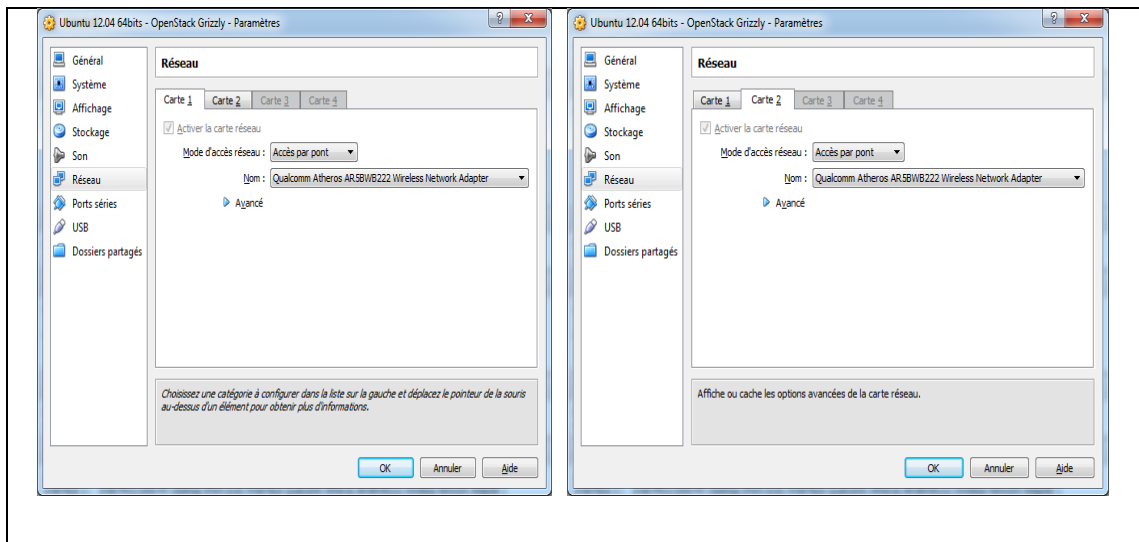


Figure III.6 : Configuration de VirtualBox

La figure ci-dessous (Figure III.7) représente le déploiement de différents composants d'OpenStack Grizzly sur un seul nœud

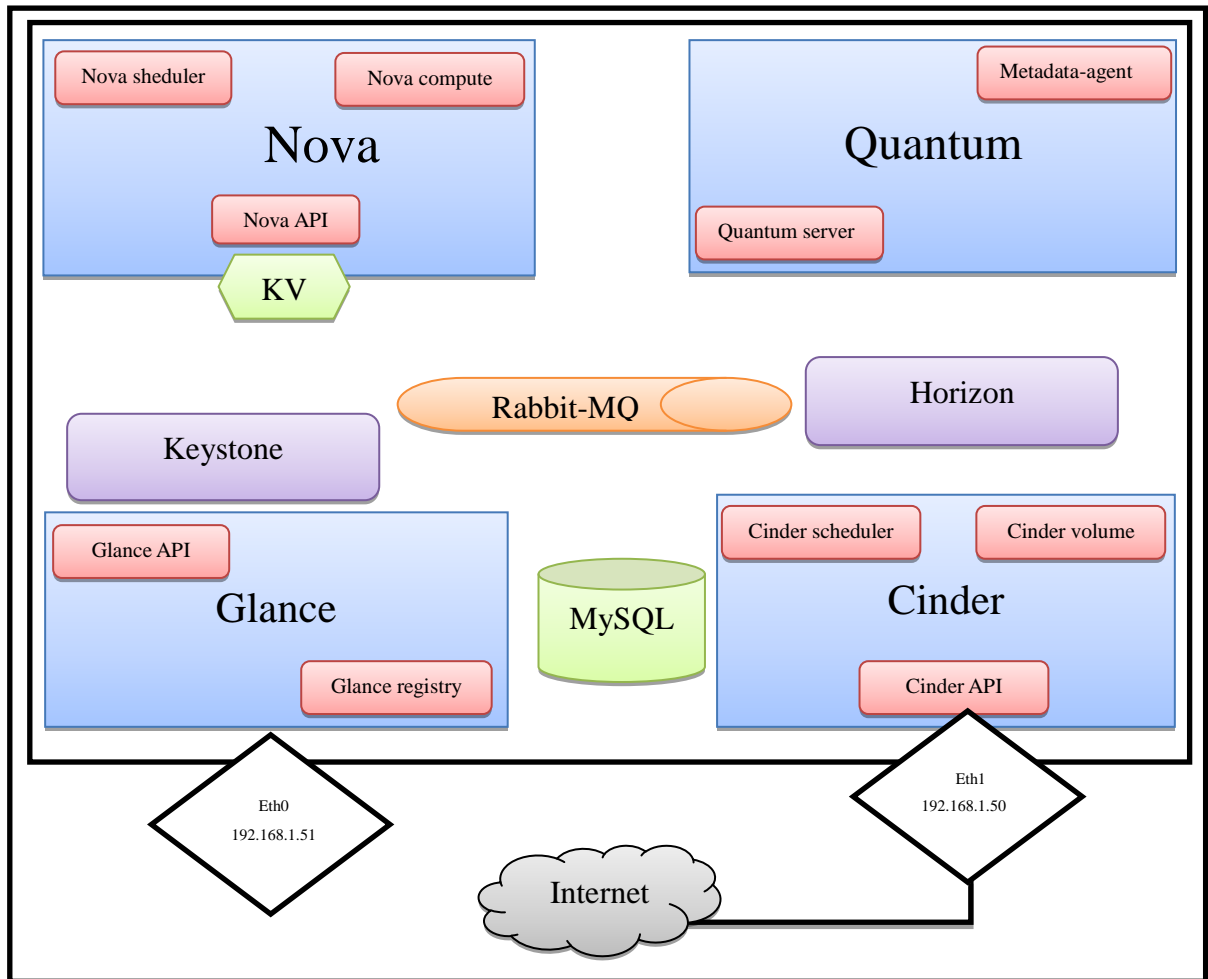


Figure III.7 : Déploiement d'OpenStack Grizzly sur un seul nœud

### II.3.2. Création de la machine virtuelle

Nous avons dû créer une machine avec les paramètres suivants :

- ✓ Nom : Ubuntu 12.04 – OpenStack Grizzly.
- ✓ Type de système d'exploitation : Linux.
- ✓ Version : Ubuntu 12.04 LTS Server 64bits.
- ✓ Mémoire (RAM) : 1.400 GB.
- ✓ 2 disques : 30 GB pour les systèmes + 30 GB pour le composant Cinder.
- ✓ Processeur (facultatif mais conseillé) : 1

### II.3.3. Etape d'installation d'OpenStack

Après avoir installé Ubuntu LTS server 12.04 sur une machine virtuelle considérée comme notre serveur, il va falloir installer OpenStack.

Il existe plusieurs méthodes pour l'installer, dont :

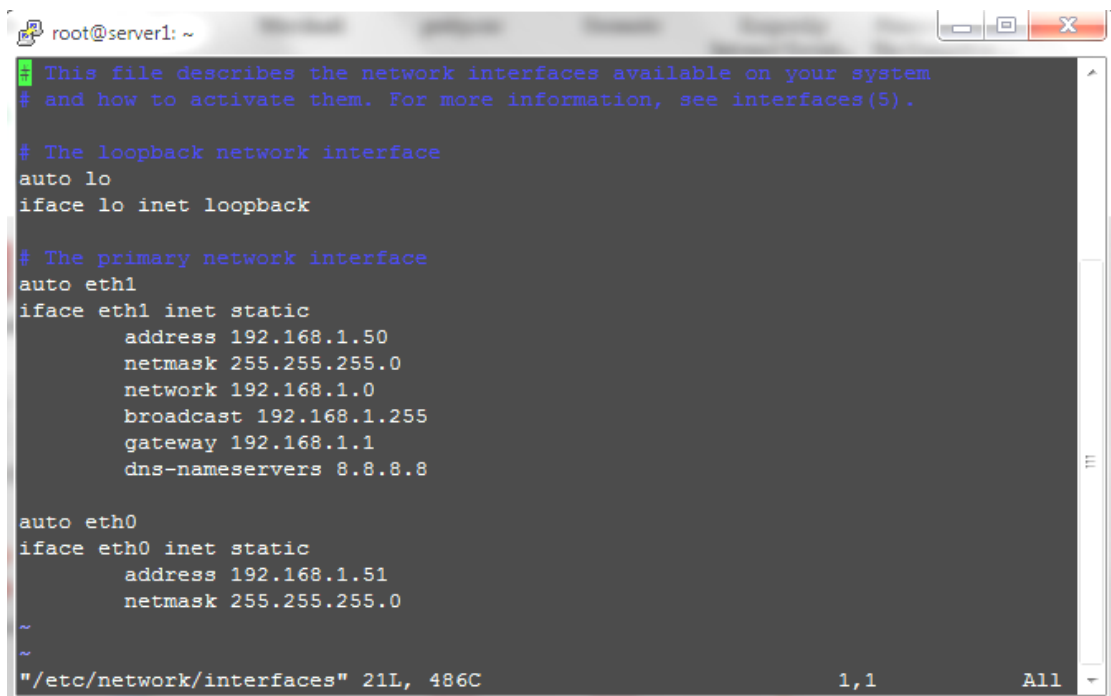
- ✓ DevStack.
- ✓ installation via des scripts.
- ✓ Depuis les packages

Lors de notre déploiement nous avons choisi une installation depuis les packages, (pour plus d'information voir Annexe 2).

Les étapes de l'installation sont comme suit :

### 1. Configuration des cartes réseaux

Après avoir disposé d'une connexion internet activée et configurée, on modifie avec les droits d'administrateur le fichier (/etc/network/interfaces) comme ci-dessous :



```
root@server1: ~  
This file describes the network interfaces available on your system  
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).  
  
# The loopback network interface  
auto lo  
iface lo inet loopback  
  
# The primary network interface  
auto eth1  
iface eth1 inet static  
    address 192.168.1.50  
    netmask 255.255.255.0  
    network 192.168.1.0  
    broadcast 192.168.1.255  
    gateway 192.168.1.1  
    dns-nameservers 8.8.8.8  
  
auto eth0  
iface eth0 inet static  
    address 192.168.1.51  
    netmask 255.255.255.0  
~  
~  
"/etc/network/interfaces" 21L, 486C      1,1      All
```

Figure III.8 : Configuration des cartes réseaux

### 2. Préparation de la machine virtuelle en ajoutant les dépôts d'installation d'OpenStack

C'est-à-dire télécharger les package nécessaire pour installer OpenStack

### 3. Mettre à jour le système

Faire une mise à jour du système d'exploitation, en l'occurrence Ubuntu.

### 4. Installation de MySQL et RabbitMQ

Installation de la base de données MySQL.

```

root@openstack: ~
root@openstack:~# apt-get install mysql-server python-mysqldb
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following packages were automatically installed and are no longer required:
  linux-headers-3.5.0-23-generic linux-headers-3.5.0-23
Use 'apt-get autoremove' to remove them.
The following extra packages will be installed:
  libdbd-mysql-perl libdbi-perl libhtml-template-perl libmysqlclient18
  libnet-daemon-perl libplrpc-perl libterm-readkey-perl mysql-client-5.5
  mysql-client-core-5.5 mysql-common mysql-server-5.5 mysql-server-core-5.5
Suggested packages:
  libipc-sharedcache-perl tinyca python-egenix-mxdatetime python-mysqldb-dbg
The following NEW packages will be installed:
  libdbd-mysql-perl libdbi-perl libhtml-template-perl libmysqlclient18
  libnet-daemon-perl libplrpc-perl libterm-readkey-perl mysql-client-5.5
  mysql-client-core-5.5 mysql-common mysql-server mysql-server-5.5
  mysql-server-core-5.5 python-mysqldb
0 upgraded, 14 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 27.4 MB of archives.
After this operation, 97.7 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue [Y/n]? █

```

**Figure III.9 : Installation de MySQL**

Installation du service RbbitMQ qui permet aux composants OpenStack de communiquer entre eux.

```

root@openstack: ~
root@openstack:~# apt-get install rabbitmq-server
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following packages were automatically installed and are no longer required:
  linux-headers-3.5.0-23-generic linux-headers-3.5.0-23
Use 'apt-get autoremove' to remove them.
The following extra packages will be installed:
  erlang-asnl erlang-base erlang-corba erlang-crypto erlang-dev
  erlang-diameter erlang-docbuilder erlang-edoc erlang-erl-docgen erlang-eunit
  erlang-ic erlang-inets erlang-inviso erlang-mnesia erlang-nox erlang-odbc
  erlang-os-mon erlang-parsetools erlang-percept erlang-public-key
  erlang-runtime-tools erlang-snmp erlang-ssh erlang-ssl erlang-syntax-tools
  erlang-tools erlang-webtool erlang-xmerl libltd17 libodbc1 libsctp1
  lkstcp-tools
Suggested packages:
  erlang erlang-manpages erlang-doc xsftproc fop erlang-ic-java
  erlang-observer libmyodbc odbc-postgresql tdsodbc unixodbc-bin
The following NEW packages will be installed:
  erlang-asnl erlang-base erlang-corba erlang-crypto erlang-dev
  erlang-diameter erlang-docbuilder erlang-edoc erlang-erl-docgen erlang-eunit
  erlang-ic erlang-inets erlang-inviso erlang-mnesia erlang-nox erlang-odbc
  erlang-os-mon erlang-parsetools erlang-percept erlang-public-key
  erlang-runtime-tools erlang-snmp erlang-ssh erlang-ssl erlang-syntax-tools
  erlang-tools erlang-webtool erlang-xmerl libltd17 libodbc1 libsctp1
  lkstcp-tools rabbitmq-server
0 upgraded, 33 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 23.8 MB of archives.
After this operation, 39.7 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue [Y/n]? █

```

**Figure III.10 : Installation de RabbitMQ**

## 5. Installation de Keystone

Le composant Keystone est chargé de la gestion des utilisateurs et des services



```

root@openstack: ~
root@openstack:~# apt-get install keystone
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following extra packages will be installed:
  dbconfig-common libjs-sphinxdoc libjs-underscore libxslt1.1 python-decorator
  python-eventlet python-formencode python-greenlet python-iso8601
  python-keystone python-keystoneclient python-lxml python-migrate
  python-openid python-pastilib python-paste python-pastedeploy
  python-pastescript python-prettytable python-routes python-scgi
  python-setuptools python-sqlalchemy python-sqlalchemy-ext python-tempita
  python-webob
Suggested packages:
  virtual-mysql-client mysql-client postgresql-client javascript-common
  python-egenix-mxdatetime python-dns python-greenlet-doc python-greenlet-dev
  python-greenlet-dbg python-memcached python-lxml-dbg python-pastewebkit
  libapache2-mod-wsgi libapache2-mod-python libapache2-mod-scgi python-pgsql
  libjs-mochikit python-flup python-cherrypy python-cheetah
  python-sqlalchemy-doc python-psycpg2 python-mysqldb python-kinterbasdb
  python-pymssql
The following NEW packages will be installed:
  dbconfig-common keystone libjs-sphinxdoc libjs-underscore libxslt1.1
  python-decorator python-eventlet python-formencode python-greenlet
  python-iso8601 python-keystone python-keystoneclient python-lxml
  python-migrate python-openid python-pastilib python-paste python-pastedeploy
  python-pastescript python-prettytable python-routes python-scgi
  python-setuptools python-sqlalchemy python-sqlalchemy-ext python-tempita
  python-webob
0 upgraded, 27 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 4,129 kB of archives.
After this operation, 19.5 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue [Y/n]? █

```

Figure III.11 : Installation de Keystone

## 6. Installation de Glance

```

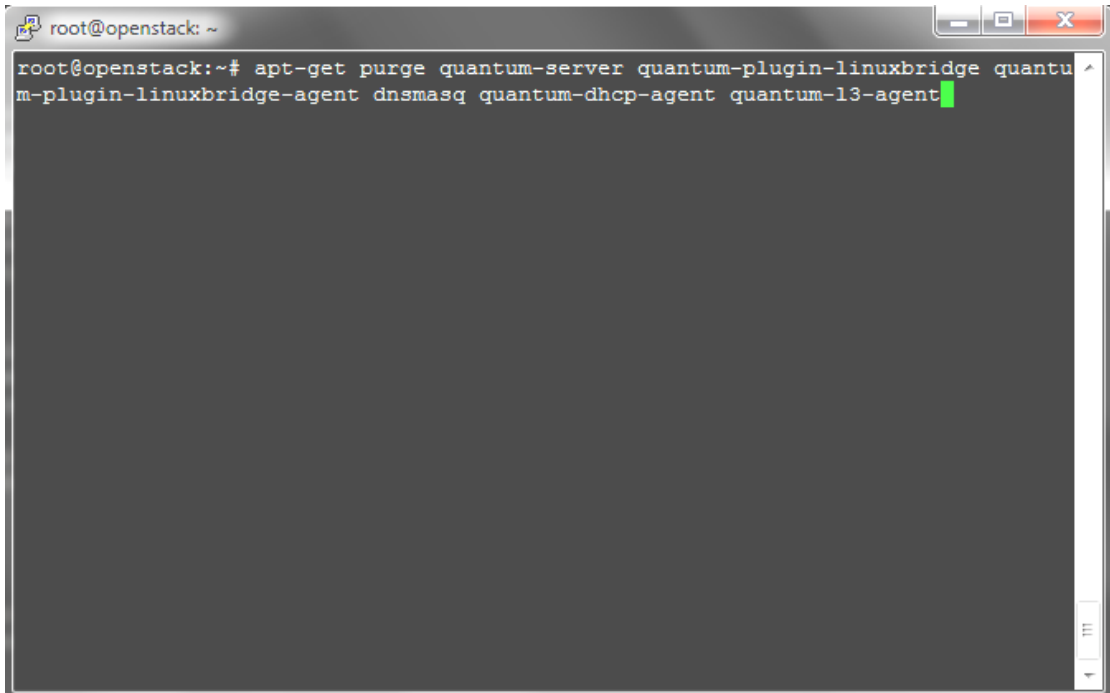
root@openstack: ~
root@openstack:~# apt-get install glance
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following extra packages will be installed:
  glance-api glance-client glance-common glance-registry libjs-sphinxdoc
  libjs-underscore libyaml-0-2 python-amqp python-anyjson python-dateutil
  python-decorator python-eventlet python-formencode python-glance
  python-greenlet python-iso8601 python-kombu python-migrate python-openid
  python-paste python-pastedeploy python-pastescript python-routes python-scgi
  python-setuptools python-sqlalchemy python-sqlalchemy-ext python-tempita
  python-webob python-xattr python-yaml
Suggested packages:
  javascript-common python-amqp-doc python-egenix-mxdatetime python-dns
  python-greenlet-doc python-greenlet-dev python-greenlet-dbg python-boto
  python-couchdb python-kombu-doc python-pymongo python-pastewebkit
  libapache2-mod-wsgi libapache2-mod-python libapache2-mod-scgi python-pgsql
  libjs-mochikit python-flup python-cherrypy python-cheetah
  python-sqlalchemy-doc python-psycpg2 python-mysqldb python-kinterbasdb
  python-pymssql
The following NEW packages will be installed:
  glance glance-api glance-client glance-common glance-registry
  libjs-sphinxdoc libjs-underscore libyaml-0-2 python-amqp python-anyjson
  python-dateutil python-decorator python-eventlet python-formencode
  python-glance python-greenlet python-iso8601 python-kombu python-migrate
  python-openid python-paste python-pastedeploy python-pastescript
  python-routes python-scgi python-setuptools python-sqlalchemy
  python-sqlalchemy-ext python-tempita python-webob python-xattr python-yaml
0 upgraded, 32 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 3,200 kB of archives.
After this operation, 16.9 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue [Y/n]? █

```

Figure III.12 : Installation de Glance

Ce service est chargé de distribuer les images de disque dur système utilisées par les machines virtuelles

## 7. Installation de Quantum



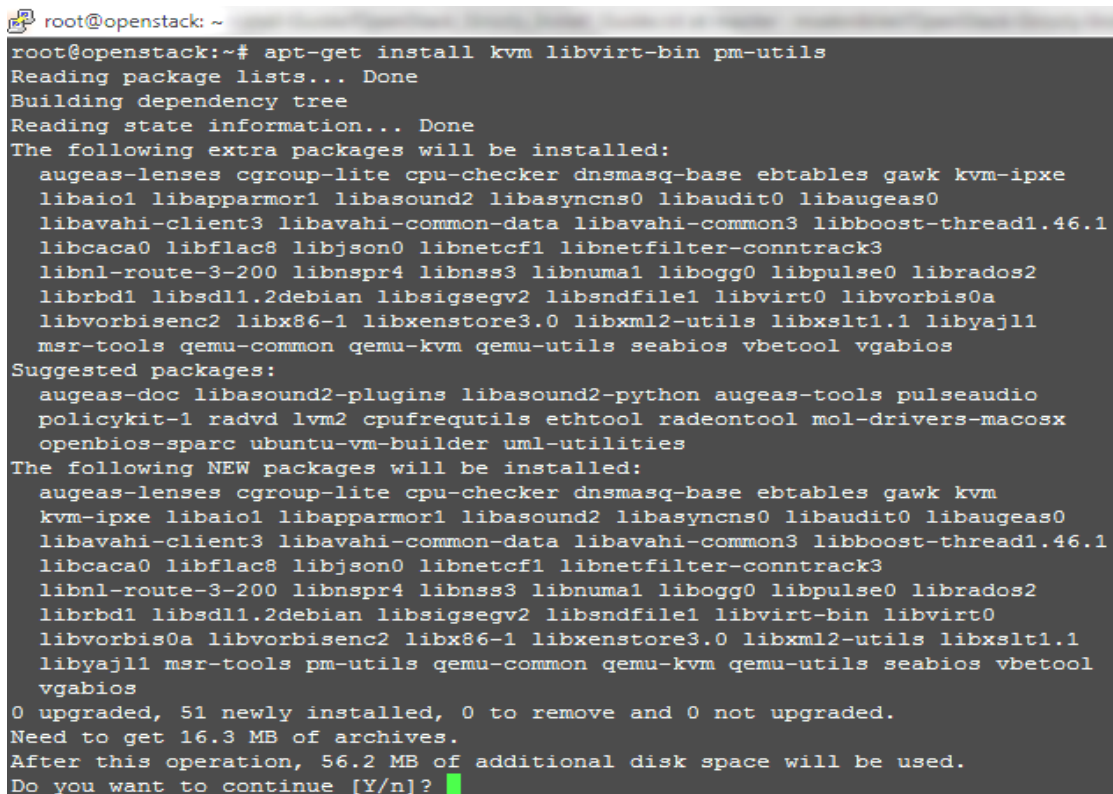
```

root@openstack: ~
root@openstack:~# apt-get purge quantum-server quantum-plugin-linuxbridge quantum-plugin-linuxbridge-agent dnsmasq quantum-dhcp-agent quantum-l3-agent

```

Figure III.13 : Installation de Quantum

## 8. Installation de KVM



```

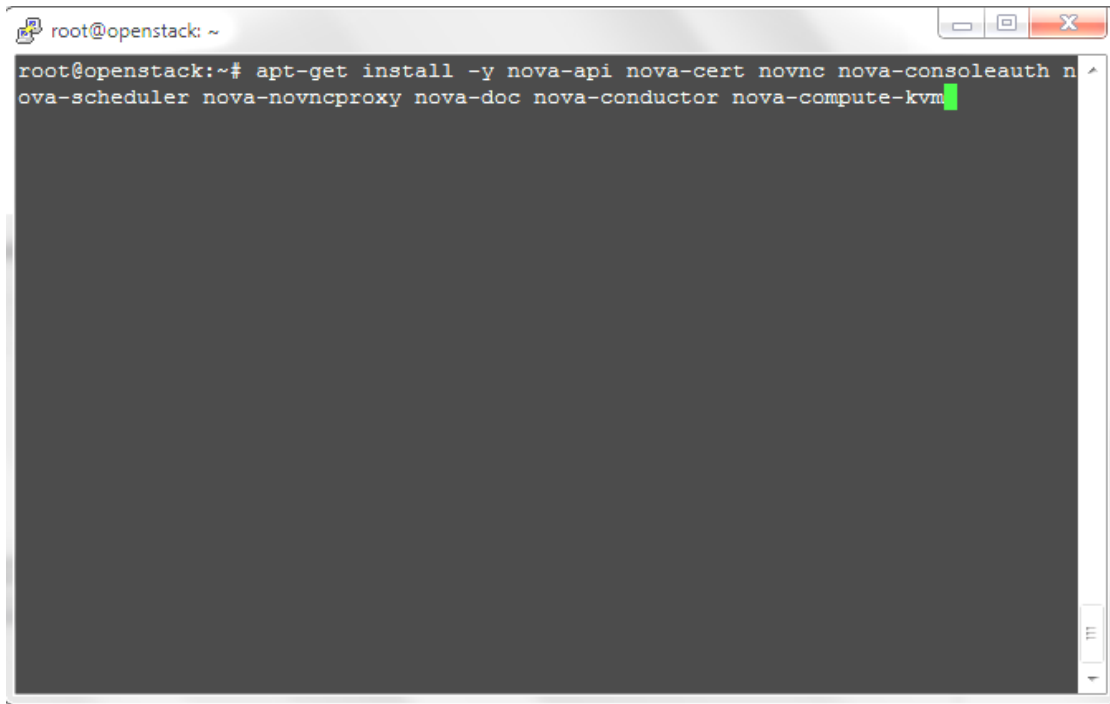
root@openstack: ~
root@openstack:~# apt-get install kvm libvirt-bin pm-utils
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following extra packages will be installed:
  augeas-lenses cgroup-lite cpu-checker dnsmasq-base ebttables gawk kvm-pxe
  libaio1 libapparmor1 libasound2 libasyncns0 libaudit0 libaugeas0
  libavahi-client3 libavahi-common-data libavahi-common3 libboost-thread1.46.1
  libcaca0 libflac8 libjson0 libnetcf1 libnetfilter-contrack3
  libnl-route-3-200 libnspr4 libnss3 libnuma1 libogg0 libpulse0 librados2
  librbd1 libsd1.2debian libsigsegv2 libsndfile1 libvirt0 libvorbis0a
  libvorbisenc2 libx86-1 libxenstore3.0 libxml2-utils libxslt1.1 libyajl1
  msr-tools qemu-common qemu-kvm qemu-utils seabios vbetool vgabios
Suggested packages:
  augeas-doc libasound2-plugins libasound2-python augeas-tools pulseaudio
  policykit-1 radvd lvm2 cpufrequtils ethtool radeontool mol-drivers-macosx
  openbios-sparc ubuntu-vm-builder uml-utilities
The following NEW packages will be installed:
  augeas-lenses cgroup-lite cpu-checker dnsmasq-base ebttables gawk kvm
  kvm-pxe libaio1 libapparmor1 libasound2 libasyncns0 libaudit0 libaugeas0
  libavahi-client3 libavahi-common-data libavahi-common3 libboost-thread1.46.1
  libcaca0 libflac8 libjson0 libnetcf1 libnetfilter-contrack3
  libnl-route-3-200 libnspr4 libnss3 libnuma1 libogg0 libpulse0 librados2
  librbd1 libsd1.2debian libsigsegv2 libsndfile1 libvirt-bin libvirt0
  libvorbis0a libvorbisenc2 libx86-1 libxenstore3.0 libxml2-utils libxslt1.1
  libyajl1 msr-tools pm-utils qemu-common qemu-kvm qemu-utils seabios vbetool
  vgabios
0 upgraded, 51 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 16.3 MB of archives.
After this operation, 56.2 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue [Y/n]?

```

Figure III.14 : Installation de KVM

## 9. Installation de Nova

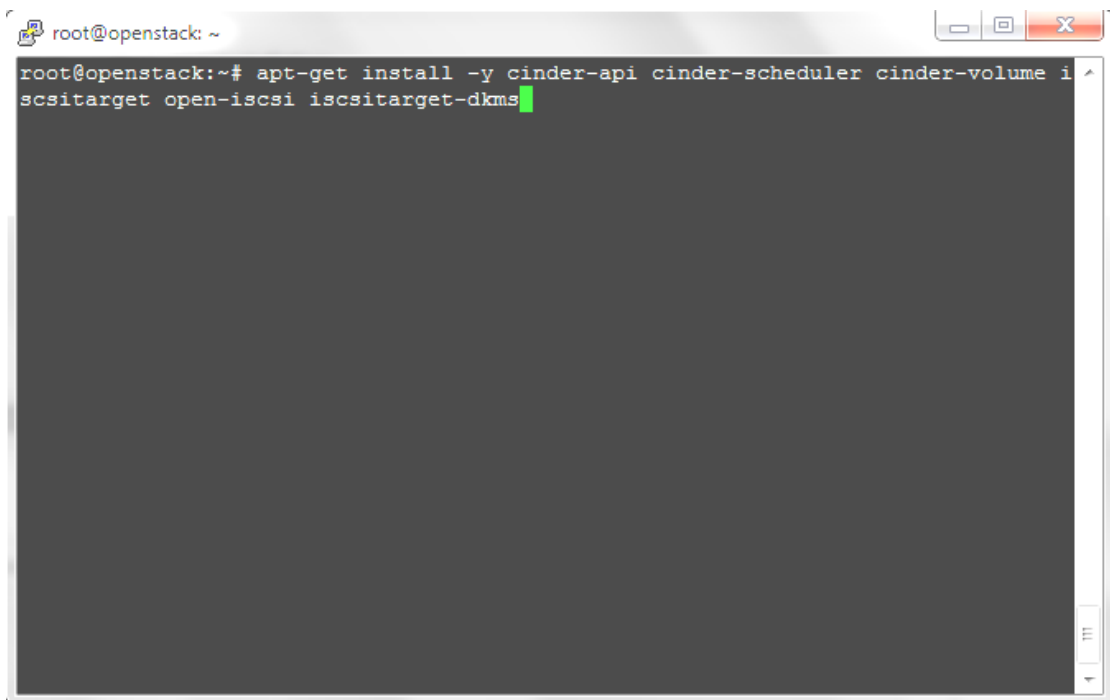
Nova permet la gestion des instances des machines virtuelles.



```
root@openstack: ~  
root@openstack:~# apt-get install -y nova-api nova-cert novnc nova-consoleauth n  
ova-scheduler nova-novncproxy nova-doc nova-conductor nova-compute-kvm
```

**Figure III.15 : Installation de Nova**

#### 10. Installation de Cinder



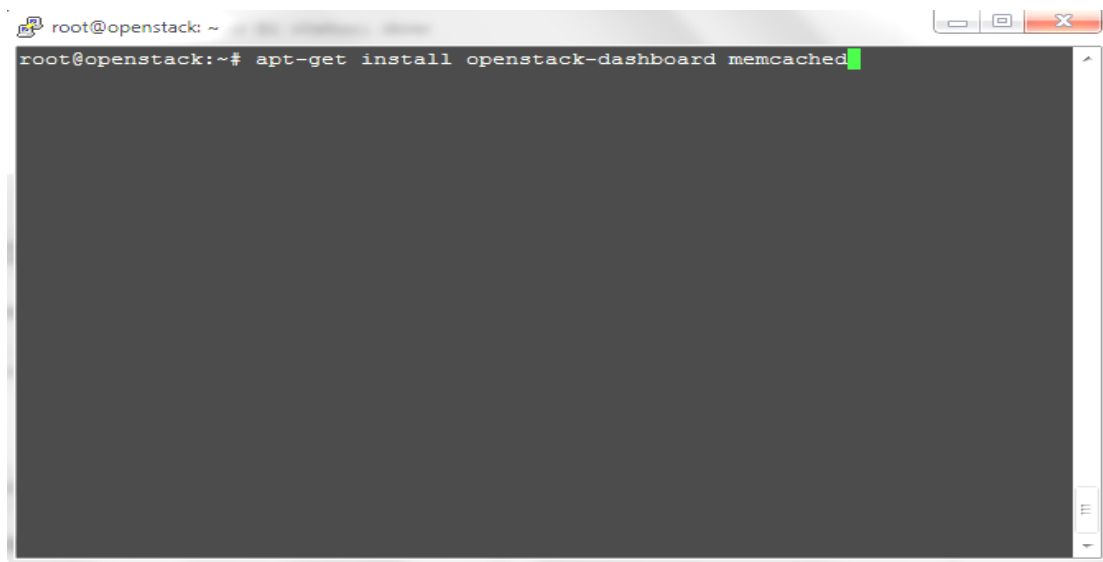
```
root@openstack: ~  
root@openstack:~# apt-get install -y cinder-api cinder-scheduler cinder-volume i  
scsitarget open-iscsi iscsitarget-dkms
```

**Figure III.16 : Installation de Cinder**

#### 11. Installation d'Horizon

Dashboard Horizon permet de simplifier l'administration du serveur et des projets. L'accès se fait à partir d'un navigateur web pointant à l'adresse du serveur.

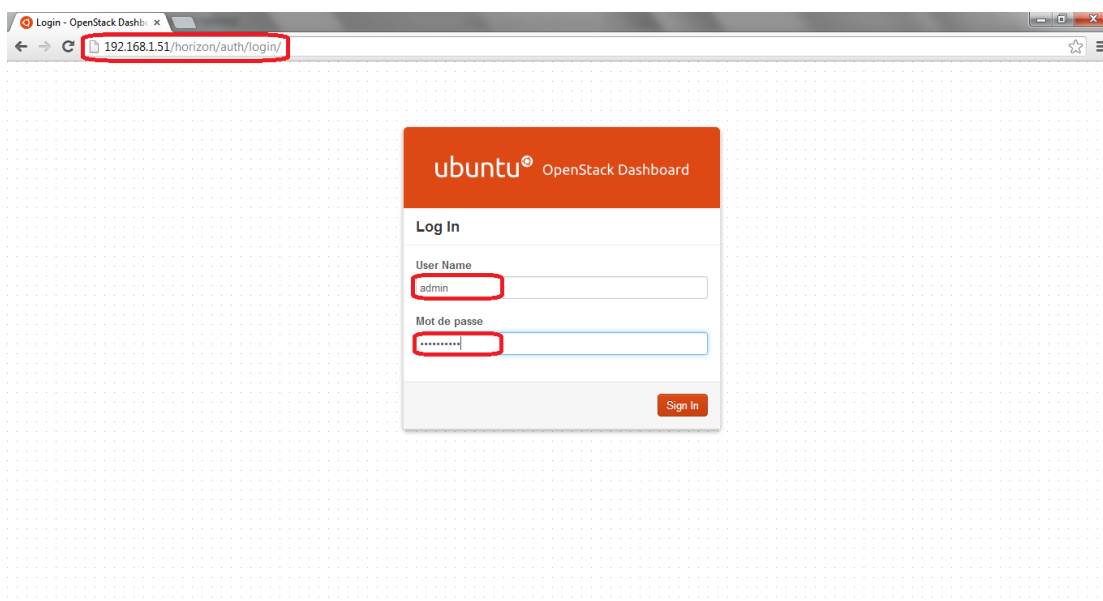
Les différents services doivent être installés et configurés avant de pouvoir les utiliser. Une grande partie des commandes est alors à portée d'un clic de souris.



**Figure III.17 : Installation d'Horizon**

Pour accéder à l'interface d'administration :

```
http://192.168.1.51/horizon  
user : admin  
password : admin_pass
```



**Figure III.18 : OpenStack Dashedboard**

### III. Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté les outils logiciels et matériels ainsi que toutes les étapes et la démarche à suivre pour installer les différents composants d'OpenStack Grizzly. Bien que l'installation semble facile à première vue, mais on a beaucoup cherché avant de la finaliser avec succès, car à chaque fois un problème survenait, qu'il

fallait résoudre pour passer à l'étape suivante. En plus du fait que certaines informations ne sont pas évidentes à trouver, et que comme on a pu le constater, il y a plusieurs composants à installer, chacun ayant un rôle particulier, qu'il est bon de connaître, pour mener à bien cette laborieuse installation et configuration.

## I. Introduction

Dans ce chapitre nous nous intéressons à « OpenStack », une solution Open Source que nous avons choisie de déployer et puis on va l'utiliser pour développer une application de Cloud Computing. Nous nous appuyerons sur cette solution en vue de créer une architecture de type IaaS pour une startup informatique.

Nous allons utiliser une machine virtuelle, sur laquelle nous avons installé OpenStack, pour simuler le cas d'un fournisseur de services Cloud.

## II. Etude de cas

Une startup en informatique, qui a développé une application web pour la gestion des payes pour des sociétés tierces, veut maintenant héberger cette solution sur un serveur pour la proposer à plus d'entreprises. L'équipe de marketing a réussi à ramener plusieurs clients, mais le logiciel n'est pas encore online pour l'exploitation. Sachant que deux serveurs au moins sont nécessaires, pour assurer une haute disponibilité de l'application, et un autre pour effectuer le développement des futures versions de l'application, les membres de cette startup ont décidé de faire un comparatif en terme de coût entre:

- a. Acheter des serveurs pour héberger l'application.
- b. Allouer des ressources sur le Cloud pour héberger l'application.
  - a. Pour acheter des serveurs, et avec ces serveurs ont doit rajouter:
    1. Un abonnement internet à haut débit plus un autre abonnement backup.
    2. Un administrateur des systèmes et des réseaux pour gérer et maintenir l'infrastructure.
    3. Allouer une salle des machines pour mettre les serveurs, et ce qui vient avec :
      - Armoire de brassage.
      - Switches réseaux.
      - Deux routeurs pour les deux abonnements internet.
      - Des climatiseurs pour assurer le refroidissement et l'aération de la salle des machines
      - Un système d'alarme anti-incendie
      - Un système de vidéo surveillance pour garder la traçabilité sur ce qui ce passe dans la salle des machines.

- Un système de gestion d'accès à la salle des machines
- Des onduleurs et des groupes électrogènes pour assurer la disponibilité permanente en cas de coupure électrique.
- Assurer l'entretien et la maintenance de la salle machine et de son contenu.

b. S'ils optent pour le Cloud

- un administrateur système pour gérer l'infrastructure est nécessaire.
- louer juste les ressources nécessaires (exemple: 6 cœurs CPU, 20GB de RAM, 2000GB de stockage), ces ressources peuvent être augmentées à tout moment sans perturber le fonctionnement de la plateforme.

Suite à l'étude faites par la startup, il a été décidé d'opter pour la solution IaaS sur le Cloud afin de réduire le coût de l'infrastructure, pour qu'il puisse rentrer dans le budget dont ils disposent. Chose qui était prévisible, car on a démontré le gain de coût substantiel qu'on gagne à utiliser le Cloud, donc c'est sans surprise qu'on a appris leur choix. Et donc c'est tout naturellement qu'on s'est proposé pour leur déployer la solution adoptée.

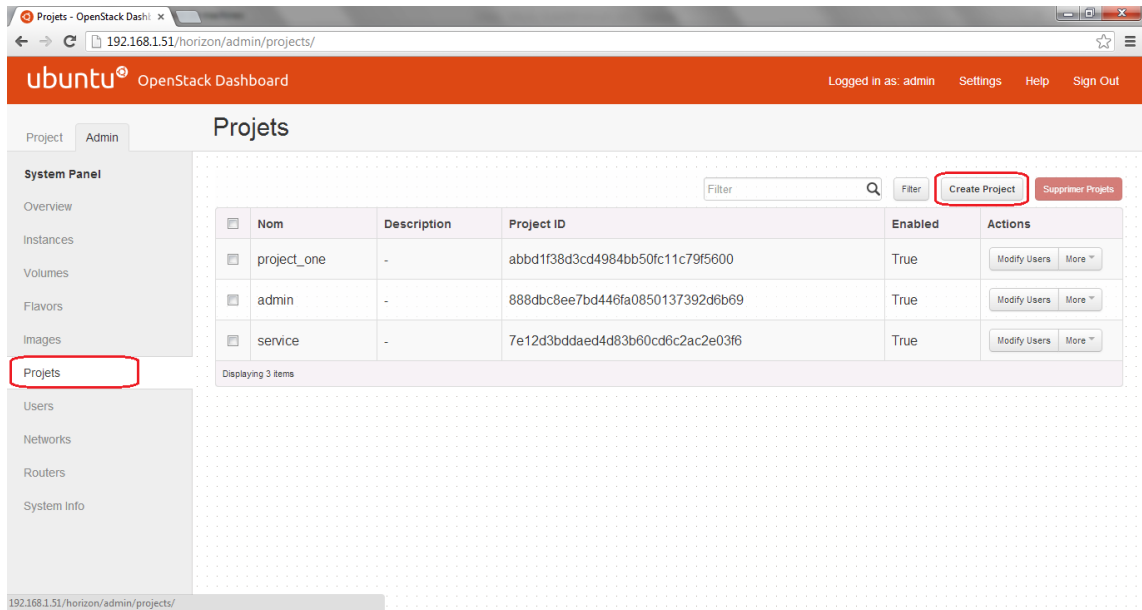
### **III. Création d'un espace Cloud pour la startup informatique**

Après avoir accédé à l'interface d'administration d'OpenStack, on peut maintenant créer un projet qui contient les ressources (CPU, RAM, réseau et espace de stockage) qu'on veut affecter pour cette startup. On va créer aussi un compte utilisateur, qu'ils vont utiliser pour accéder à leur espace Cloud.

#### ***III.1. Création de projet et manipulation de quotas***

Dans l'interface d'administration, on va créer un nouveau projet pour cette entreprise.

Les deux figures ci-dessous montrent un aperçu de cette première étape



**Figure IV.1 : Création d'un projet**

On remplit les champs comme montré :

**Create Project**

Project Info | Project Members | Quota

Nom  
Startup Info

Description  
Espace Cloud pour la société Startup Info

Enabled

From here you can create a new project to organize users.

Cancel Create Project

**Figure IV.2 : Informations nécessaires pour un projet**

L'onglet « Quota » nous permet de définir les ressources qu'on veut attribuer à la Startup Informatique, comme montré dans les deux figures suivantes puis on clique sur le bouton « Create Project » :



**Create Project**
×

Project Info
Project Members
Quota

**Metadata Items**

**VCPUs**

**Instances**

**Injected Files**

**Injected File Content Bytes**

**Volumes**

**Gigabytes**

**RAM (MB)**

**Floating IPs**

**Fixed IPs**

**Security Groups**

**Security Group Rules**

From here you can set quotas (max limits) for the project.

Cancel
Create Project

**Figure IV.3 : Ressources nécessaire pour le projet**

### ***III.2. Création d'un utilisateur***

On clique sur « User », puis sur « Create User » pour créer un utilisateur qui sera membre de ce projet, il peut exploiter et manipuler les ressources (quotas) qu'on lui a affecté seulement.

On remplit les champs comme montrés ci-dessous, puis on valide.

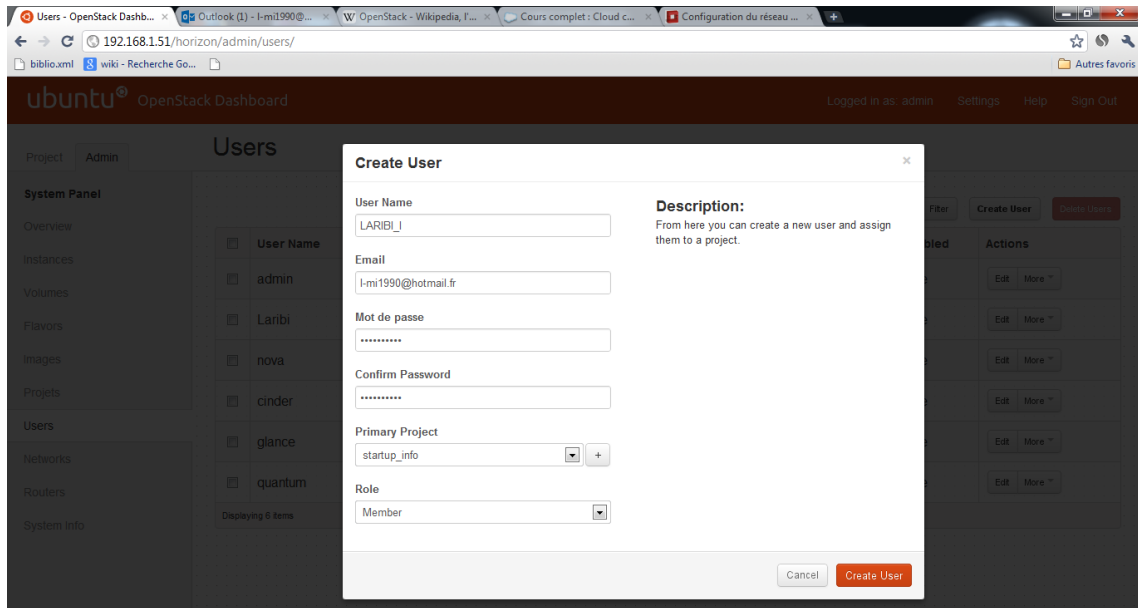


Figure IV.4 : Création d'un utilisateur

### III.3. Création d'un Réseau

On clique sur « Network », puis sur le bouton « Create Network » pour créer un réseau virtuel dédié au projet Startup Info :

On remplit les champs comme montré, puis on clique sur le bouton « Create Network » :

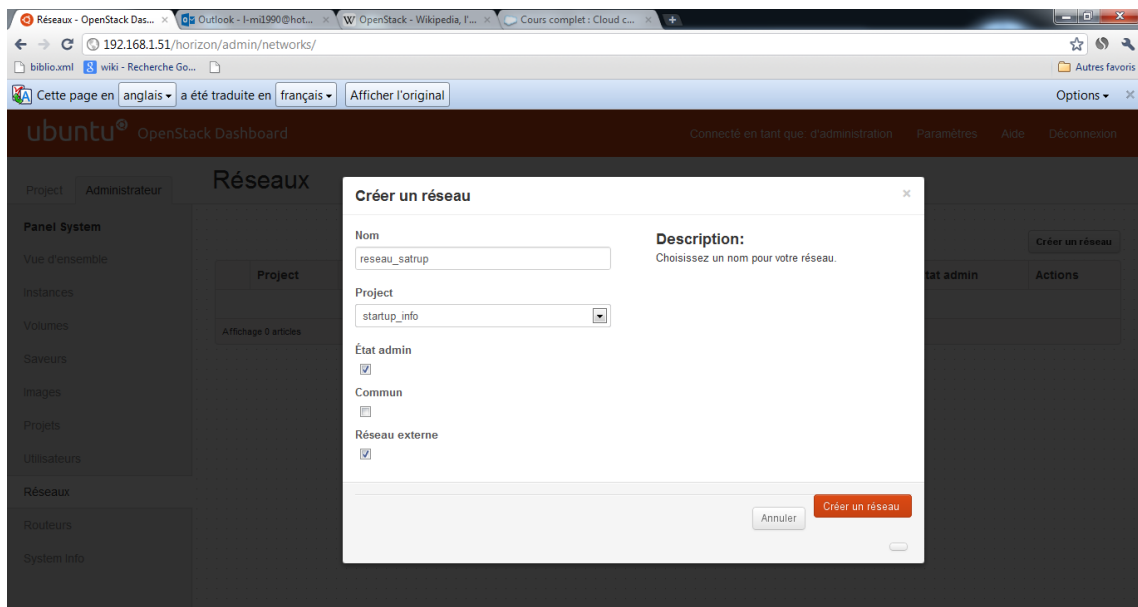


Figure IV.5 : Création d'un réseau

Maintenant pour accéder et exploiter les ressources affectées à cette société, on ferme la session admin, et on rentre avec l'utilisateur membre de ce projet.

Dans la page d'accueil, on peut voir les ressources affectées, et leur taux

d'utilisation. On peut aussi exploiter ces ressources.

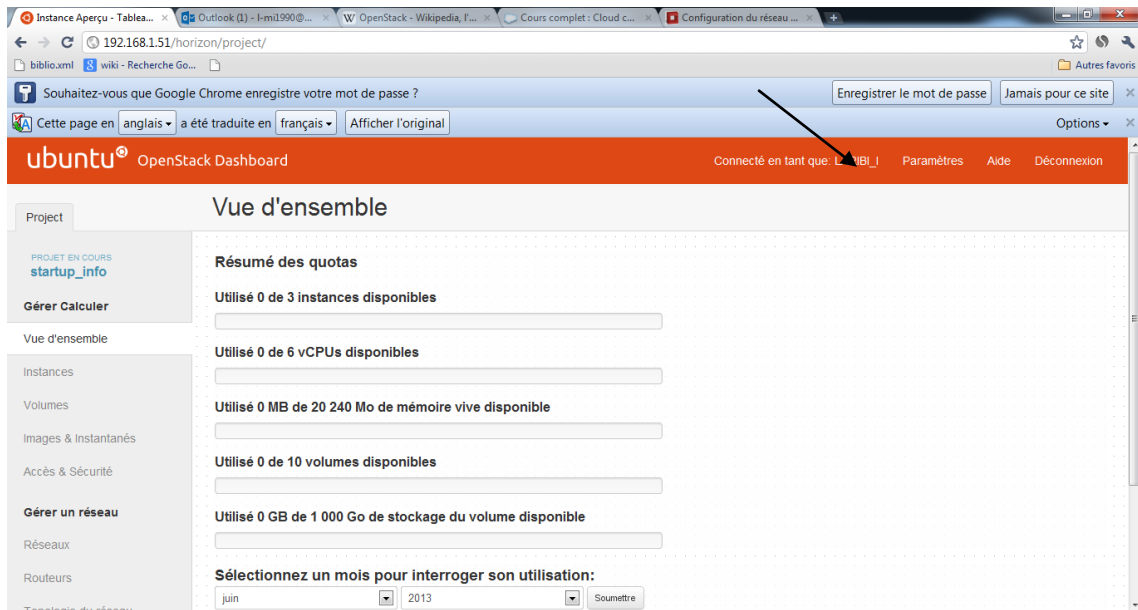


Figure IV.6 : Page d'accueil pour les membres de projet

### III.4. Création d'un sous Réseau

On clique sur « Networks », puis sur le nom de réseau « reseau startup », On clique sur le bouton « Create Subnet » On remplit les informations de sous-réseau, puis on valide.

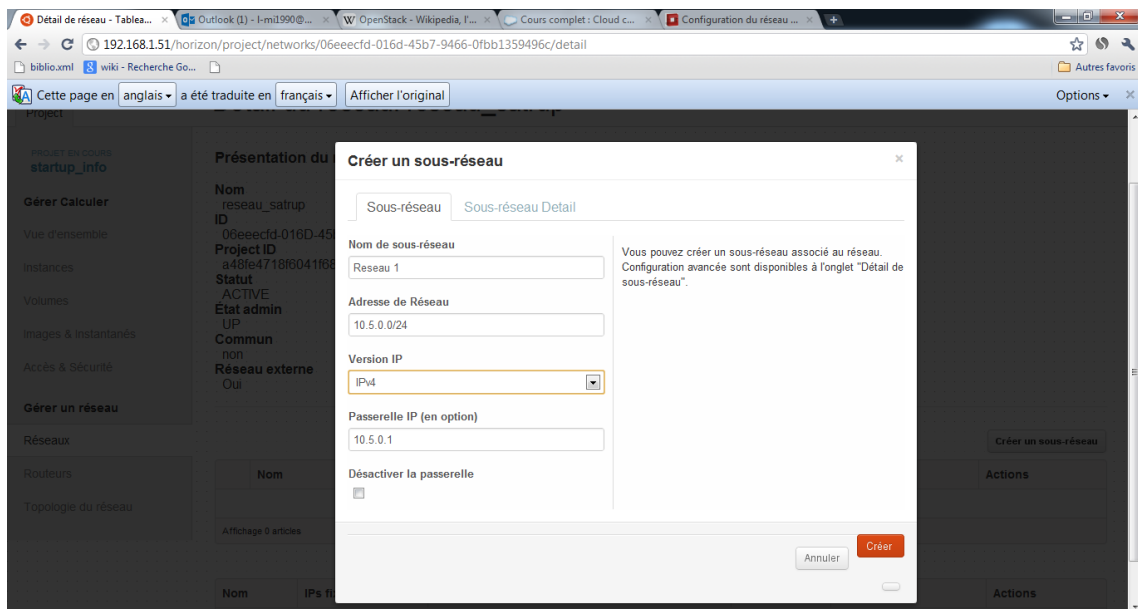


Figure IV.7: Création d'un sous réseau

### III.5. Création d'un routeur virtuel

On rajoute un routeur virtuel, qui va jouer le rôle d'une passerelle (Gateway) entre le

sous-réseau et l'Internet.

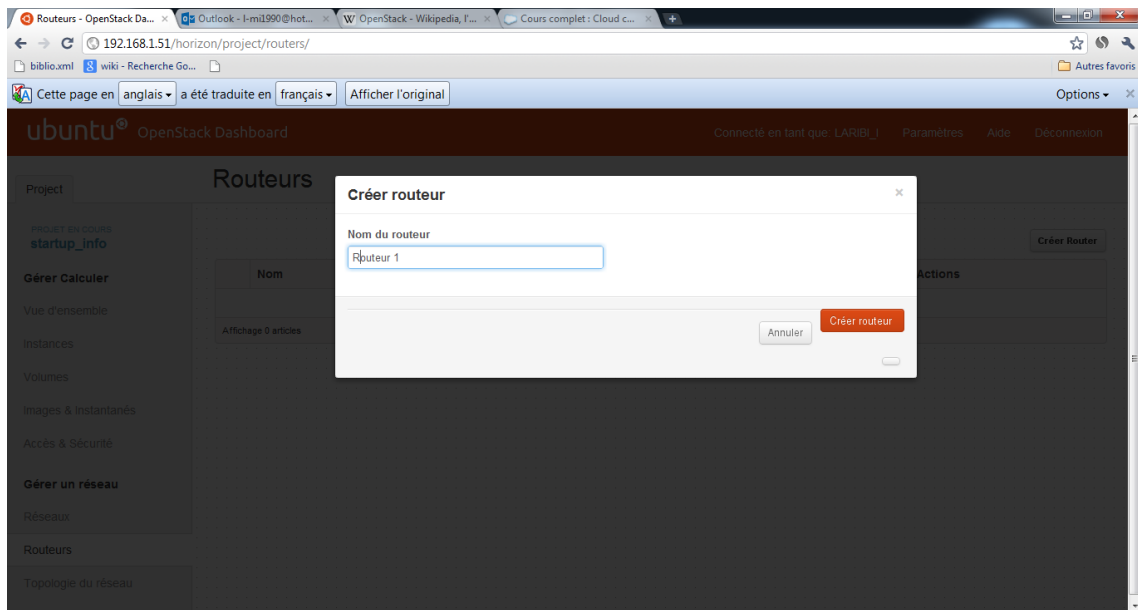


Figure IV.8: Création d'un routeur

### III.6. Mettre le routeur virtuel comme passerelle pour le réseau virtuel

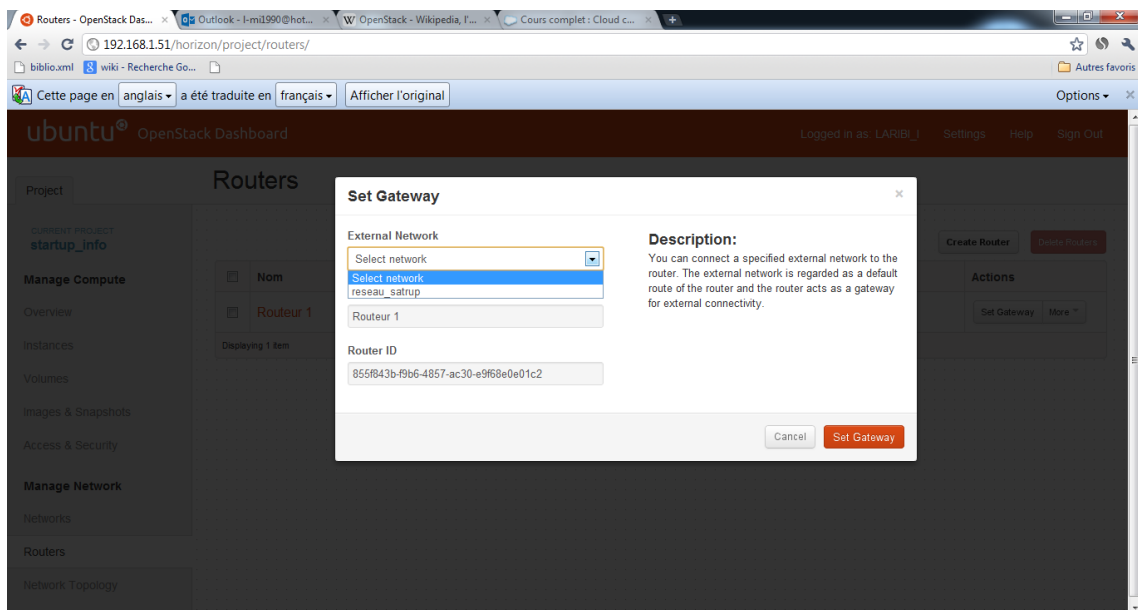
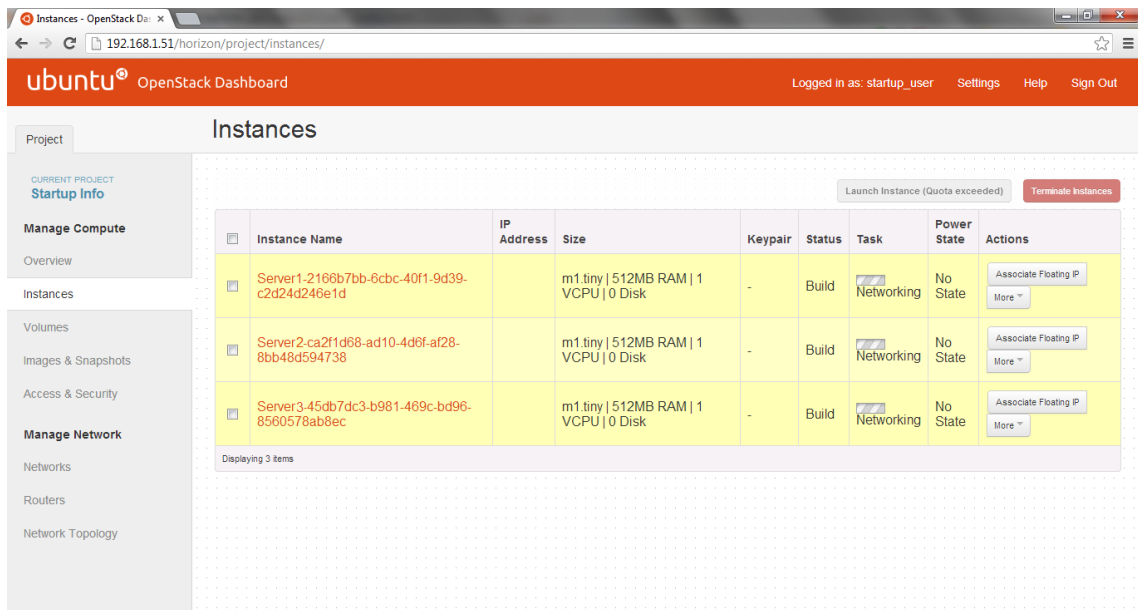


Figure IV.9: Définir le routeur virtuel comme passerelle

### III.7. Création d'un serveur



**Figure IV.10: Création d'un serveur**

Maintenant, il ne reste à la startup qu'à entreposer son application, créer des comptes pour ses clients et le tour est joué.

## IV. Conclusion

Nous avons vu dans ce chapitre la solution OpenStack, solution libre sur laquelle nous avons fait notre étude technique. Nous avons créé grâce à cette solution un Cloud Computing de type IaaS dédié à une startup informatique, qui désire étendre son champ d'activité, en proposant une application qu'elle a développée, entre autre une application de gestion de paye, à plusieurs entreprises privées fort intéressées de déléguer cette tâche à la startup. Pour se faire, deux choix se sont offerts à eux, mettre en place une infrastructure lourde et très coûteuse, ou faire du Cloud, le choix n'a pas été difficile mais au contraire oh combien évident. Suite à cela, nous nous sommes occupées de leur faire l'installation et la configuration d'un Cloud ou ils vont entreposer leur application et ainsi ils peuvent la faire utiliser par plusieurs clients. Chose qui ne sera que bénéfique à leur développement et bénéfique aux clients qui se voient satisfaits à moindre coût.

# *Conclusion générale*

Au cours de ce mémoire, nous avons fait une étude et mise en place d'une solution open source du Cloud Computing pour une entreprise, on a commencé par donner les définitions de base nécessaires à la compréhension du Cloud, son architecture et ses différents types (privée, public, hybride) et services (IaaS, PaaS, SaaS), ensuite on a présenté et détaillé les différentes solutions libres permettant de mettre en place un Cloud privé en faisant une étude comparative entre elles, ceci nous a permis d'avoir une idée précise et complète sur les solutions disponibles du Cloud et surtout de choisir celle qui nous convient le mieux. Pour finir par installer la solution qu'on a choisie et on a créé une infrastructure pour une entreprise.

Afin de mettre en place notre solution Cloud « OpenStack » on a débuté par utiliser le formalisme UML en traçant les diagrammes de cas d'utilisation et de séquences, ceci nous a aidés à définir les besoins des utilisateurs. Nous avons fait par la suite l'installation et la configuration d'OpenStack qui a nécessité des pré-requis matériels et logiciels.

La configuration de notre solution a été réalisée sous le système d'exploitation Ubuntu 12.04 server qui a été installé sur une machine virtuelle, le logiciel de virtualisation utilisé est VirtualBox.

L'étude des besoins d'une startup informatique en espace de stockage, fut la dernière étape de ce projet. Après lui avoir créé une interface d'administration, nous nous sommes attaqués à la création d'une infrastructure en tant que service pour cette entreprise, ce dernier été fait par l'intermédiaire de la création des projets, d'un réseau, d'utilisateurs, et des **espaces de stockage**.

Ce projet étant très ambitieux, nous nous sommes vite heurtés à de nombreux problèmes, que ce soit dû aux solutions de Cloud ou à leur configuration et installation, notamment en ce qui concerne le réseau.

Tous ces problèmes nous ont montré la complexité d'utiliser une telle plateforme, et leurs résolutions nous ont souvent retardé mais nous ont amené à expérimenter le mode « investigation », primordial pour tout informaticien digne de ce nom, qui propose une solution à tout problème quelque soit sa complexité.

Ce projet a été pour nous une chance et une formidable opportunité de découvrir un environnement informatique nouveau, complexe et vaste, ce qui nous a permis

d'acquérir de l'expérience en administration systèmes et réseaux et d'approfondir nos connaissances dans le domaine de la virtualisation et du Cloud Computing. Mais et surtout d'acquérir les bons réflexes que doit avoir tout administrateur réseau.

# Bibliographie

- [1] : Laurie Sullivan 2006.
- [2] : Nicolas Grevet ,Le Cloud Computing évolution ou révolution ,Mémoire de recherche, M2IRT 2009
- [3] : Vincent Kherbache and all. Cloud Computing, IUT Nancy Charlemagne, 2009/2010
- [4] : <http://www.cisco.com/web/strategy/docs/gov/CiscoCloudComputingWP.pdf>
- [5] : Alain-B TCHANA, système d'administration autonome adaptable : application au Cloud, L'institut national polytechnique de Toulouse , 2011
- [6] : Landry Fossouo Noumsi, étude et mise en place d'une solution Cloud Computing, école national supérieur des postes et des télécommunications, 2012.
- [7] : My saas. <http://mysaas.fr/2010/10/04/private-Cloud-publique-Cloud-et-hybrid-Cloud/>.
- [8] : Le Cloud Computing, Définition et impact pour les SSII, 2012.
- [9] : <https://www.wikipedia.com>
- [10] : Brian J.S. Chee - Curtis Franklin Jr., « *Cloud Computing: Technologies and Strategies of the Ubiquitous Data Center* », CRC Press - 2010
- [11] : <http://www.vmware.com/fr/Cloud-Computing/>
- [12] : <http://www.computerland.fr/Cloud-Computing/office-365-solution-Cloud-Computing-selon-microsoft/>
- [13] : <http://pinpoint.microsoft.com/fr-DZ/services/astoine-12884955467-4297348758>
- [14] : Eucalyptus. <http://www.eucalyptus.com/>.
- [15] : Opennebula. <http://opennebula.org/>.
- [16] : Openstack. <http://www.openstack.org/>.
- [17] : <http://www.inzeCloud.fr/construire-un-Cloud-compatible-vmware-avec-une-solution-libre-openstack/>
- [18] : Le Cloud privée et ses avantages métiers : des coûts réduites et une réactivité accrue, EMC<sup>2</sup>.
- [19] : Pascal Sauliere, Cloud et sécurité, Microsoft tech.days, 2011.
- [20] : Marvin Rambhadjan and Arthur Schutijser. SURFnet Cloud Computing solutions, 3 février 2010.



- [21] : Bhaskar Prasad Rimal, Eunmi Choi, and Ian Lumb. A taxonomy and survey of Cloud Computing systems. In Proceedings of the 2009 Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC, NCM '09, pages 50\_51, Washington, DC, USA, 2009. IEEE Computer Society.
- [22] : Emilien Macchi, le Cloud open-mind, licence professionnelle.
- [23] : Raphael Ferreira, openstack présentation, enovance ;
- [24] : Anuj Sehgal, Introduction to OpenStack, Running a Cloud Computing Infrastructure with OpenStack, University of Luxembourg, 2012.
- [25] : <http://obn.me/2012/09/openstack-tour-dhorizon/>

# Annexe 1

Les Tâches	Début	Durée	Fin	Avance.		Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6	Semaine 7	Semaine 8	Semaine 9	Semaine 10	Semaine 11	Semaine 12	Semaine 13	Semaine 14	Semaine 15	Semaine 16	Semaine 17
<b>Total</b>	20/02/2013	24S	14/06/2013	87%	■																	
Analyse du problème	20/02/2013	3S	08/03/2013	100%	□																	
Recherche sur les technologies du Cloud Computing et comprendre les différents détails du Cloud Computing.	09/03/2013	10S	03/05/2013	100%	□																	
Installation et Configuration CloudStack sous Windows	19/03/2013	2S	01/04/2013	30%	■																	
Installation et Configuration OwnStack sous Linux	02/04/2013	1S	10/04/2013	90%	■																	
Installation et Configuration OpenStack Essex sous Linux	11/04/2013	2S	23/04/2013	95%	■																	
Installation et Configuration OpenStack Grizzly sous Linux	24/04/2013	3S	09/05/2013	95%	■																	
Déploiement et test de la solution	10/05/2013	4S	07/06/2013	98%	■																	
Finition du manuscrit	08/06/2013	5	14/06/2013	100%	□																	

# Annexe 2

Les étapes d'installation d'OpenStack sont comme suit :

## 1. Configuration des cartes réseaux

On modifie la configuration des interfaces réseaux dans le fichiers /etc/network/interfaces :

```
# Pour exposer l'API OpenStack à l'Internet
auto eth1
iface eth1 inet static
address 192.168.1.50
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.1.1
dns-nameservers 8.8.8.8

# Pour gérer OpenStack à partir de réseau local
auto eth0
iface eth0 inet static
address 192.168.1.51
netmask 255.255.255.0
```

Après avoir introduire les adresses dans le terminal du Linux, on fait redémarrer le service de réseaux avec la commande:

```
service networking restart
```

## 2. Préparation de la machine virtuelle en ajoutant les dépôts d'installation d'OpenStack :

```
apt-get install ubuntu-Cloud-keyring python-software-properties
software-properties-common python-keyring
echo deb http://ubuntu-Cloud.archive.canonical.com/ubuntu precise-
updates/grizzly main >> /etc/apt/sources.list.d/grizzly.list
```

## 3. Mettre à jour le système:

```
apt-get update
apt-get upgrade
apt-get dist-upgrade
```

## 4. Installation de MySQL et RabbitMQ :

### 4.1. Installation des paquets MySQL :

```
apt-get install -y mysql-server python-mysqldb
```

Pendant l'installation de MySQL, le système nous demande de taper un mot de passe qui sera utilisé pour le compte root de MySQL.

On change le mode d'écoute de service MySQL :

```
sed -i 's/127.0.0.1/0.0.0.0/g' /etc/mysql/my.cnf
```

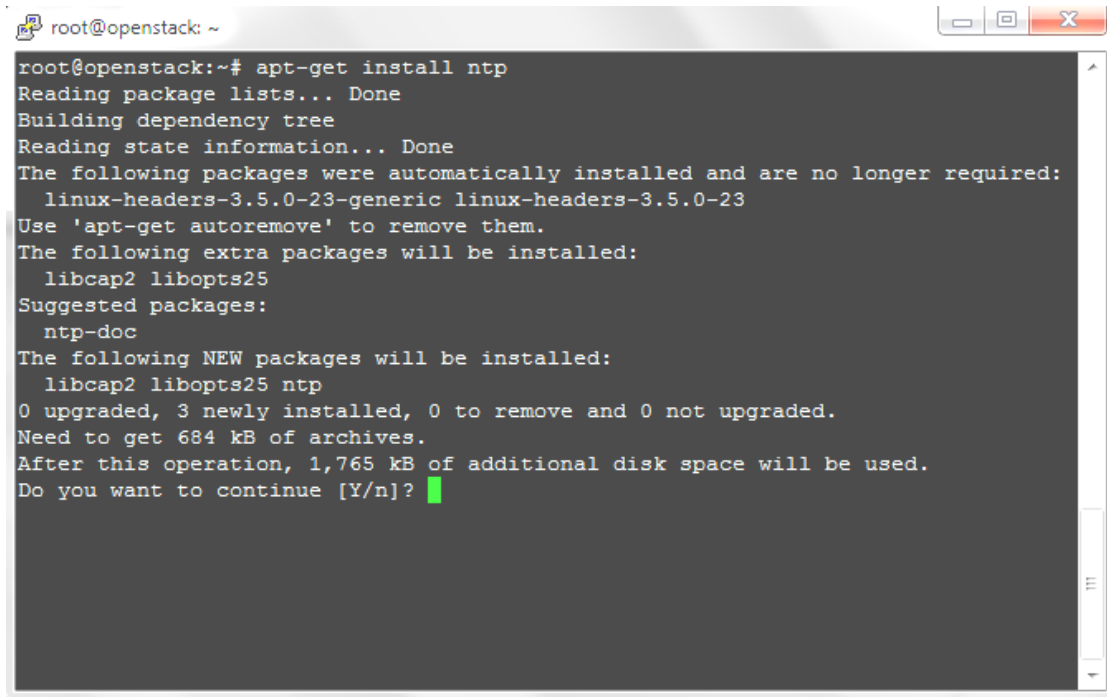
Puis on redémarre le service MySQL pour appliquer ces modifications:

```
service mysql restart
```

4.2. Installation de RabbitMQ Server : L'installation se fait par la commande :

```
apt-get install rabbitmq-server
```

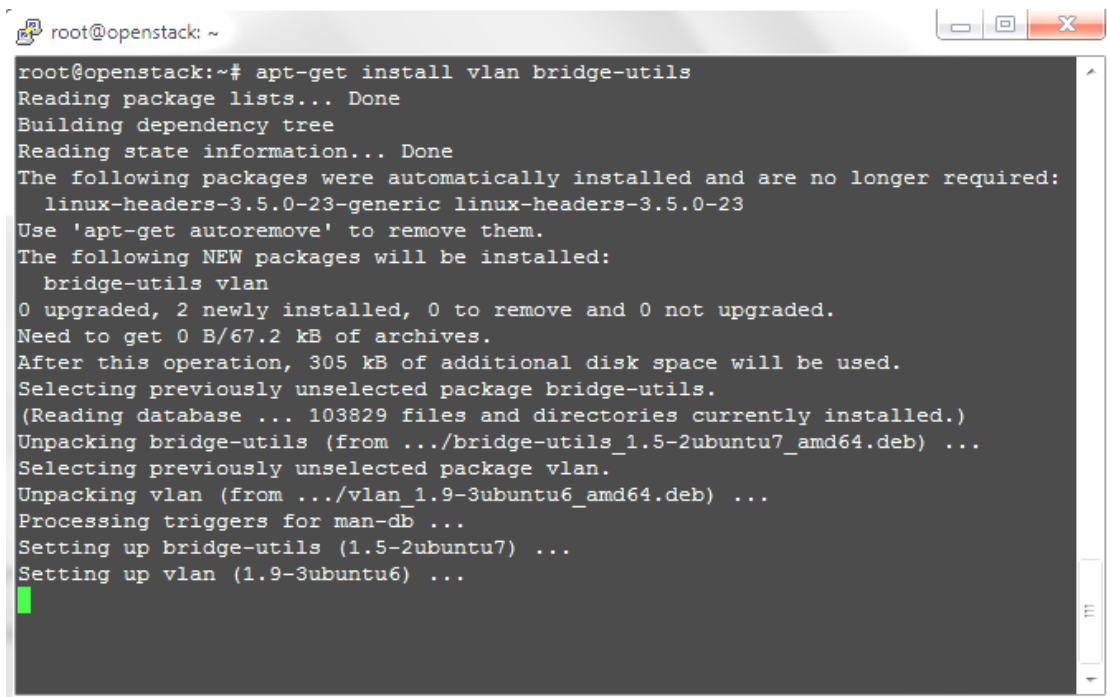
4.3. Installation de service NTP :



```
root@openstack: ~  
root@openstack:~# apt-get install ntp  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
The following packages were automatically installed and are no longer required:  
  linux-headers-3.5.0-23-generic linux-headers-3.5.0-23  
Use 'apt-get autoremove' to remove them.  
The following extra packages will be installed:  
  libcap2 libopts25  
Suggested packages:  
  ntp-doc  
The following NEW packages will be installed:  
  libcap2 libopts25 ntp  
0 upgraded, 3 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.  
Need to get 684 kB of archives.  
After this operation, 1,765 kB of additional disk space will be used.  
Do you want to continue [Y/n]? █
```

Figure A1.1 : Installation de NTP.

4.4. Installation de utilitaire bridge réseaux et VLAN :



```
root@openstack: ~  
root@openstack:~# apt-get install vlan bridge-utils  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
The following packages were automatically installed and are no longer required:  
  linux-headers-3.5.0-23-generic linux-headers-3.5.0-23  
Use 'apt-get autoremove' to remove them.  
The following NEW packages will be installed:  
  bridge-utils vlan  
0 upgraded, 2 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.  
Need to get 0 B/67.2 kB of archives.  
After this operation, 305 kB of additional disk space will be used.  
Selecting previously unselected package bridge-utils.  
(Reading database ... 103829 files and directories currently installed.)  
Unpacking bridge-utils (from ../bridge-utils_1.5-2ubuntu7_amd64.deb) ...  
Selecting previously unselected package vlan.  
Unpacking vlan (from ../vlan_1.9-3ubuntu6_amd64.deb) ...  
Processing triggers for man-db ...  
Setting up bridge-utils (1.5-2ubuntu7) ...  
Setting up vlan (1.9-3ubuntu6) ...  
█
```

Figure A1.2 : Installation d'autres services.

#### 4.5. Activation de l'IP Forwarding :

```
sed -i 's/#net.ipv4.ip_forward=1/net.ipv4.ip_forward=1/'  
/etc/sysctl.conf  
sysctl net.ipv4.ip_forward=1
```

### 5. Installation de Keystone :

#### 5.1. Installation des paquets Keystone :

```
apt-get install -y keystone
```

#### 5.2. Vérification du service :

```
service keystone status
```

#### 5.3. Création d'une base de données MySQL pour Keystone :

```
mysql -u root -p  
create database keystone;  
GRANT ALL ON keystone.* TO 'keystoneUser'@'%' IDENTIFIED BY  
'keystonePass';  
quit;
```

#### 5.4. Modification du fichier (/etc/keystone/keystone.conf) :

Changement de la ligne de connexion [sql] par:

```
connection = mysql://keystoneUser:keystonePass@192.168.1.51/keystone
```

#### 5.5. Redémarrage de service :

```
service keystone restart
```

#### 5.6. Synchronisation de la base de données :

```
keystone-manage db_sync
```

#### 5.7. Remplissage de la base de données en utilisant deux scripts téléchargés de l'Internet :

```
wget https://raw.githubusercontent.com/mseknibilel/OpenStack-Grizzly-Install-Guide/master/KeystoneScripts/keystone_basic.sh  
wget https://raw.githubusercontent.com/mseknibilel/OpenStack-Grizzly-Install-Guide/master/KeystoneScripts/keystone_endpoints_basic.sh  
chmod +x keystone_basic.sh  
chmod +x keystone_endpoints_basic.sh
```

Maintenant on crée un fichier qui contient les informations d'authentification sur Keystone:

```
Nano creds
```

Et on met les informations suivantes dans ce fichier :

```
export OS_TENANT_NAME=admin
export OS_USERNAME=admin
export OS_PASSWORD=admin_pass
export OS_AUTH_URL=http://192.168.100.51:5000/v2.0/
```

Puis on charge le fichier avec:

```
source creds
```

Et on exécute les deux scripts:

```
./keystone_basic.sh
./keystone_endpoints_basic.sh
```

5.8. Teste de bon fonctionnement de Keystone, on utilise la commande suivante :

```
keystone user-list
```

## 6. Installation de Glance :

6.1. Installation des paquets Glance :

```
apt-get install -y glance
```

6.2. Vérification de l'état des services Glance :

```
service glance-api status
service glance-registry status
```

6.3. Création d'une base de données :

```
mysql -u root -p
create database glance ;
GRANT ALL ON glance.* TO 'glanceUser'@'%' IDENTIFIED BY 'glancePass';
quit ;
```

6.4. Modification du contenu du fichier (/etc/glance/glance-api paste.ini) par:

```
[filter:authtoken]
paste.filter_factory = keystoneclient.middleware.auth_token:filter_factory
delay_auth_decision = true
auth_host = 192.168.1.51
auth_port = 35357
auth_protocol = http
admin_tenant_name = service
admin_user = glance
admin_password = service_pass
```

6.5. Modification du contenu du fichier (/etc/glance/glance-registry-paste.ini) par:

```
[filter:authtoken]
paste.filter_factory = keystoneclient.middleware.auth_token:filter_factory
auth_host = 192.168.1.51
auth_port = 35357
auth_protocol = http
admin_tenant_name = service
admin_user = glance
admin_password = service_pass
```

6.6. Modification du contenu du fichier (/etc/glance/glance-api.conf) par:

```
sql_connection = mysql://glanceUser:glancePass@192.168.1.51/glance
[paste_deploy]
flavor = keystone
```

6.7. Modification du contenu du fichier (/etc/glance/glance-registry.conf) par:

```
sql_connection = mysql://glanceUser:glancePass@192.168.1.51/glance
[paste_deploy]
flavor = keystone
```

6.8. Redémarrage des services Glance-api et Glance-registry:

```
service glance-api restart; service glance-registry restart
```

6.9. Synchronisation de la base de données Glance:

```
glance-manage db_sync
```

6.10. Redémarrage des services une autre fois pour appliquer les modifications:

```
service glance-registry restart; service glance-api restart
```

6.11. Teste du Glance, en téléchargeant l'image de Cirros à partir de l'Internet vers notre serveur OpenStack:

```
glance image-create --name Cirros --is-public true --container-format
bare --disk-format qcow2 --location
https://launchpad.net/cirros/trunk/0.3.0/+download/cirros-0.3.0-
x86_64-disk.img
```

6.12. On liste les images disponibles sur le serveur OpenStack:

```
glance image-list
```

**7. Installation de Quantum :**

7.1. Installation des paquets Quantum :

```
apt-get install -y quantum-server quantum-plugin-linuxbridge quantum-
plugin-linuxbridge-agent dnsmasq quantum-dhcp-agent quantum-l3-agent
```

7.2. Création d'une base de données pour Quantum:

```
Mysql -u root -p
Create database quantum;
GRANT ALL ON quantum.* TO 'quantumUser'@'%' IDENTIFIED BY
'quantumPass';
quit;
```

### 7.3.Vérification si tous les services Quantum marchent très bien:

```
cd /etc/init.d/; for i in $( ls quantum-* );
do sudo service $i status;
done
```

### 7.4.Modification du contenu de « /etc/quantum/quantum.conf » par:

```
core_plugin = quantum.plugins.linuxbridge.lb_quantum_plugin.LinuxBridgePluginV2
```

### 7.5.Modification du contenu de « /etc/quantum/api-paste.ini » par :

```
[filter:authtoken]
paste.filter_factory = keystoneclient.middleware.auth_token:filter_factory
auth_host = 192.168.1.51
auth_port = 35357
auth_protocol = http
admin_tenant_name = service
admin_user = quantum
admin_password = service_pass
```

### 7.6.Modification de la configuration du fichier plugin LinuxBridge

« /etc/quantum/plugins/linuxbridge/linuxbridge\_conf.ini » par:

```
# Sous la section [DATABASE]
sql_connection = mysql://quantumUser:quantumPass@192.168.1.51/quantum
# Sous la section [LINUX_BRIDGE]
physical_interface_mappings = physnet1:eth1
# Sous la section [VLANS]
tenant_network_type = vlan
network_vlan_ranges = physnet1:1000:2999
```

### 7.7.Modification du contenu de fichier « /etc/quantum/l3\_agent.ini » par :

```
interface_driver = quantum.agent.linux.interface.BridgeInterfaceDriver
```

### 7.8.Modification du contenu de fichier « /etc/quantum/quantum.conf » par:

```
[keystone_auth_token]
auth_host = 192.168.1.51
auth_port = 35357
auth_protocol = http
admin_tenant_name = service
admin_user = quantum
admin_password = service_pass
signing_dir = /var/lib/quantum/keystone-signing
```



### 7.9.Modification du contenu de fichier « /etc/quantum/dhcp\_agent.ini » par:

```
interface_driver = quantum.agent.linux.interface.BridgeInterfaceDriver
```

### 7.10.Modification du contenu de fichier « /etc/quantum/metadata\_agent.ini » par:

```
# The Quantum user information for accessing the Quantum API.
auth_url = http://192.168.1.51:35357/v2.0
auth_region = RegionOne
admin_tenant_name = service
admin_user = quantum
admin_password = service_pass

# IP address used by Nova metadata server
nova_metadata_ip = 192.168.1.51

# TCP Port used by Nova metadata server
nova_metadata_port = 8775

metadata_proxy_shared_secret = helloOpenStack
```

### 7.11.Redémarrage de tous les services Quantum:

```
cd /etc/init.d/;
for i in $( ls quantum-* );
do sudo service $i restart;
done service dnsmasq restart
```

## 8. Installation de KVM:

### 8.1. Installation des paquets KVM :

```
apt-get install -y kvm libvirt-bin pm-utils
```

### 8.2. Modification de la liste cgroup\_device\_acl dans le fichier « /etc/libvirt/qemu.conf » par :

```
cgroup_device_acl = [
"/dev/null", "/dev/full", "/dev/zero",
"/dev/random", "/dev/urandom",
"/dev/ptmx", "/dev/kvm", "/dev/kqemu",
"/dev/rtc", "/dev/hpet", "/dev/net/tun"
]
```

### 8.3.Suppression du bridge réseau par défaut :

```
virsh net-destroy default
virsh net-undefine default
```

## 9. Installation de Nova:

### 9.1. Installation des paquets Nova :

```
apt-get install -y nova-api nova-cert novnc nova-consoleauth nova-
scheduler nova-novncproxy nova-doc nova-conductor nova-compute-kvm
```

### 9.2.Vérification de l'état de tous les services Nova:

```
cd /etc/init.d/;
for i in $( ls nova-* );
do service $i status; cd;
done
```

### 9.3.Création d'une base de données pour Nova:

```
mysql -u root -p
CREATE DATABASE nova;
GRANT ALL ON nova.* TO 'novaUser'@'%' IDENTIFIED BY 'novaPass';
quit;
```

### 9.4.Modification de la section « authtoken » dans le fichier « /etc/nova/api-paste.ini » par:

```
[filter:authtoken]
paste.filter_factory = keystoneclient.middleware.auth_token:filter_factory
auth_host = 192.168.1.51
auth_port = 35357
auth_protocol = http
admin_tenant_name = service
admin_user = nova
admin_password = service_pass
signing_dirname = /tmp/keystone-signing-nova
# Workaround for https://bugs.launchpad.net/nova/+bug/1154809
auth_version = v2.0
```

### 9.5.Modification du fichier « /etc/nova/nova-compute.conf »:

```
[DEFAULT]
libvirt_type=qemu
compute_driver=libvirt.LibvirtDriver
libvirt_vif_type=ethernet
libvirt_vif_driver=nova.virt.libvirt.vif.QuantumLinuxBridgeVIFDriver
```

### 9.6.Synchronisation de la base de données:

```
nova-manage db sync
```

### 9.7.Redémarrage des services Nova:

```
cd /etc/init.d/; for i in $( ls nova-* );
do sudo service $i restart;
done
```

### 9.8.Vérification de la sortie de la commande suivante, elle doit afficher des smileys, qui indiquent que tout marchent bien:

```
nova-manage service list
```

## 10. Installation de Cinder :

### 10.1. Installation des paquets Cinder :

```
apt-get install -y cinder-api cinder-scheduler cinder-volume  
iscsitarget open-iscsi iscsitarget-dkms
```

### 10.2. Configuration des services ISCSI:

```
sed -i 's/false/true/g'/etc/default/iscsitarget
```

### 10.3. Redémarrage des services:

```
service iscsitarget start  
service open-iscsi start
```

### 10.4. Création d'une base de données pour Cinder ;

```
mysql -u root -p  
CREATE DATABASE cinder;  
GRANT ALL ON cinder.* TO 'cinderUser'@'%' IDENTIFIED BY 'cinderPass';  
quit;
```

### 10.5. Configuration « /etc/cinder/api-paste.ini » comme montré ci-dessous:

```
[filter:authtoken]  
paste.filter_factory = keystoneclient.middleware.auth_token:filter_factory  
service_protocol = http  
service_host = 192.168.1.50  
service_port = 5000  
auth_host = 192.168.1.51  
auth_port = 35357  
auth_protocol = http  
admin_tenant_name = service  
admin_user = cinder  
admin_password = service_pass
```

### 10.6. Modification du fichier « /etc/cinder/cinder.conf » comme suit:

```
[DEFAULT]  
rootwrap_config=/etc/cinder/rootwrap.conf  
sql_connection = mysql://cinderUser:cinderPass@192.168.1.51/cinder  
api_paste_config = /etc/cinder/api-paste.ini  
iscsi_helper=ietadm  
volume_name_template = volume-%s  
volume_group = cinder-volumes  
verbose = True  
auth_strategy = keystone  
#osapi_volume_listen_port=5900
```

### 10.7. Synchronisation de la base de données :

```
cinder-manage db sync
```

**10.8. Préparation d'une partition LVM pour Cinder (Dans notre cas nous avons un deuxieme disque dur /dev/sdb de 30GB) :**

```
Fdisk /dev/sdb
n
p
1
Entrée
Entrée
t
8e
W

pvcreate /dev/sdb1
vgcreate cinder-volumes /dev/sdb1
```

**10.9. Redémarrage des services Cinder :**

```
cd /etc/init.d/; for i in $( ls cinder-* );
do sudo service $i restart;
done
```

**10.10. Vérification du démarrage des services:**

```
cd /etc/init.d/; for i in $( ls cinder-* );
do sudo service $i status;
done
```

**11. Installation d'Horizon :**

**11.1. Installation des paquets Horizon :**

```
apt-get install openstack-dashboard memcached
```

**11.2. Redémarrage des services apache et memcached :**

```
service apache2 restart;
service memcached restart
```

**Pour accéder à l'interface d'administration :**

```
http://192.168.1.51/horizon
user : admin
password : admin_pass
```

# Liste des Figures

## Chapitre I : Le Cloud Computing

Figure I.1 : Evolution du Colud Computing.....	7
Figure I.2 : Répartition des responsabilités .....	13
Figure I.3 : Les différents niveaux des services du Cloud Computing.....	14
Figure I.4 : Nuage du Cloud Computing. ....	18

## Chapitre II : Analyse et présentation de la solution

Figure II.1 : Pourcentage d'utilisation du OpenStack.....	24
Figure II.2 : Le rôle d'OpenStack.....	25
Figure II.3 : Ecosystème d'images d'OpenStack.....	26
Figure II.4 : Architecture de Nova.....	27
Figure II.5 : Architecture de swift.....	30
Figure II.6 : Architecture d'OpenStack.....	31

## Chapitre III : Mise en place de la solution choisie "OpenStack"

Figure III.1 : Les différentes architectures possibles.....	33
Figure III.2 : Diagramme de cas d'utilisation.....	35
Figure III.3 : Diagramme de séquence « connexion ».....	35
Figure III.4 : Diagramme de séquence « création d'une machine virtuelle ».....	36
Figure III.5 : Diagramme de séquence « stocker des données ».....	36
Figure III.6 : Configuration de VirtualBox.....	37
Figure III.7 : Déploiement d'OpenStack Grizzly sur un seul nœud.....	38
Figure III.8 : Configuration des cartes réseaux.....	39
Figure III.9 : Installation de MySQL.....	40
Figure III.10 : Installation de RabbitMQ.....	40
Figure III.11 : Installation de Keystone.....	41
Figure III.12 : Installation de Glance.....	41
Figure III.13 : Installation de Quantum.....	42
Figure III.14 : Installation de KVM.....	42
Figure III.15 : Installation de Nova.....	43
Figure III.16 : Installation de Cinder.....	43
Figure III.17 : Installation d'Horizon.....	44
Figure III.18 : OpenStack Deshbaord.....	44

## **Chapitre IV : Etude de cas**

Figure IV.1 : Création d'un projet.....	48
Figure IV.2 : Information nécessaire pour un projet.....	48
Figure IV.3 : Ressource nécessaire pour un projet.....	49
Figure IV.4 : Création d'un utilisateur .....	50
Figure IV.5 : Création d'un réseau .....	50
Figure IV.6 : page d'accueil pour les membres de projet .....	51
Figure IV.7: Création d'un sous réseau.....	51
Figure IV.8: Création d'un routeur.....	52
Figure IV.9: Définir le routeur virtuel comme passerelle .....	52
Figure IV.10: Création d'un serveur .....	53

# *Liste des tableaux*

## **Chapitre I : Le Cloud Computing**

Tableau I.1 : Avantages et inconvénients des services. .... 15

## **Chapitre II : Analyse et présentation de la solution**

Tableau II.1 : Comparaison entre les solutions Cloud. .... 22

Tableau II.2 : Les versions d'OpenStack. .... 26

Tableau II.3 : les composants de Nova. .... 27

## *Liste des Acronymes*

<b>ASP</b>	Application service provider
<b>CPU</b>	Central Processing Unit
<b>FAH</b>	Fournisseur d'applications hébergées
<b>IaaS</b>	Infrastructure as a Service
<b>KVM</b>	Kilobyte (kernel )Virtual Machine
<b>OS</b>	Operating System
<b>PaaS</b>	Plateform as a Service
<b>PC</b>	Personnel Computer
<b>SaaS</b>	Software as a Service
<b>SSH</b>	Secure Shell
<b>UML</b>	Unified Modeling Language
<b>VM</b>	Machines virtuelles
<b>IT</b>	Technologie d'information
<b>CSA</b>	Cloud Security Alliance
<b>SLA</b>	Security Level Agreement
<b>SGDB</b>	Système de gestion de base de données
<b>SPOF</b>	Single Point Of Failure
<b>FTP</b>	File Transfer Protocol
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>LTS</b>	Long Term Support
<b>BIOS</b>	Basic Input Output System
<b>VT-x</b>	virtual Technology
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>EC2</b>	Elastic Compute Cloud
<b>AoE</b>	Ata-Over-Ethernet
<b>DHCP</b>	Dynamic Host Configuration Protocol
<b>VLAN</b>	Virtual Local Area Network
<b>WSRF</b>	Web Services Resource Framework
<b>REST</b>	REpresentational State Transfer
<b>GPL</b>	General Public License



## ملخص

الحوسبة السحابية هي بيئة للبرمجيات قوية ومرنة، والتي تسند الإدارة من المعدات، وتدفع وفقا لاستهلاك. تطبيقات المؤسسة لهذه البيئة لا تزال في نمو. الكثير من هذه التطبيقات هو متاح في شكل خدمات الإنترنت. والهدف من مشروعنا هو تنفيذ حوسبة سحابية كحل خاصة لشركة وذلك بتنفيذ بنية تحتية تتمثل كخدمة.

المفاتيح : الحوسبة السحابية ، بنية تحتية ، افتراضية ، OpenStack.

## Résumé

Le Cloud Computing est un environnement logiciel puissant et flexible qui délègue la gestion du matériel, et qu'on paie selon la consommation. La migration des applications d'entreprise sur cet environnement ne cesse de s'accroître. Une grande partie de ces applications est offerte sous forme de services Web, qui standardisent l'accès aux logiciels métier via Internet. Le but de notre projet est de mettre en place une solution Cloud Computing privé pour une entreprise en lui créant une infrastructure en tant que service.

**Mots clés** : Cloud Computing, IaaS, virtualisation, OpenStack.

## Abstract

Cloud Computing is a powerful and flexible software environment, which delegates the management of the equipment and you pay according to consumption. The migration of company applications on this environment continues to grow. A large part of these applications is available as web services which standardized access to business software through the Internet. The aim of our project is to implement a private Cloud Computing solution for a company by creating its infrastructure as a service.

**Key-words** : Cloud Computing, IaaS, virtualization, OpenStack