



## *Remerciements*

*Nous remercions DIEU tout puissant de nous avoir donné la foi et le courage pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier l'ensemble de nos familles pour leur soutien tout au long de notre parcours d'études, que ce travail soit un témoignage de notre gratitude envers elles.*

*Nous tenons à remercier notre promoteur monsieur Ouamrane de nous avoir accompagnés dès le début de ce projet.*

*Nos plus vifs remerciements vont à notre enseignant monsieur RAMDANE sans lui ce travail n'aurait pas pu être réalisé. Nous tenons à lui exprimer notre gratitude pour ses valeureux conseils.*

*Nos plus sincères remerciements s'adressent aussi aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.*

*Sans oublier de remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers parents*

*Qui m'ont toujours fait confiance et n'ont jamais cessé*

*De m'encourager et me soutenir,*

*Toute ma famille sans exception,*

*Mes amis :Delia et Ali  
et mes camarades.*

*A toutes la promotion SI 2016/2017.*

**MOULOU**

## *Dédicaces*

Je dédie ce travail à :

*Mes très chers parents*

*Qui m'ont toujours fait confiance et n'ont jamais cessé*

*De m'encourager et me soutenir,*

*Toute ma famille sans exception en particulier ma  
chère tante, mes frères*

*Mes amis sans exception.  
Et mes camarades.*

*A toutes la promotion SI 2016/2017.*

*ALI*

# Sommaire

---

# SOMMAIRE

<i>INTRODUCTION GÉNÉRALE</i> .....	13
------------------------------------	----

## *CHAPITRE I : GÉNÉRALIÉS SUR LES RÉSEAUX*

Introduction .....	15
1. Définition d'un réseau informatique .....	15
2. Classification des réseaux : .....	15
2.1 Selon leur taille .....	15
2.2 Selon leur topologie : .....	16
3. Architecture d'un réseau : .....	19
3.1 Architecture client/serveur : .....	19
3.2 Architecture client/serveur à 2 niveaux : .....	19
3.3 Architecture client/serveur à trois niveaux .....	20
3.4 Architecture paire-à-paire : .....	20
4. Modèle de référence OSI (Open System InterConnect).....	21
4.1 Présentation des différentes couches du modèle OSI .....	22
5. Le modèle TCP/IP .....	24
5.1 Définition.....	24
5.2 Couche du modèle TCP/IP .....	24
6. Les services réseaux .....	25
6.1 Notion de protocole .....	25
6.2 Protocoles de la couche application.....	26
6.2.1 Le protocole DNS (Domain Name System).....	26
6.2.2 Le protocole DHCP .....	27
6.2.3 Protocole http (HyperText Transfert Protocole) .....	28
6.2.4 Le protocole FTP (File Transfert Protocole).....	29
6.2.5 Les protocoles de messageries .....	30

Conclusion.....	32
-----------------	----

## *CHAPITRE II : VIRTUALISATION ET CLOUD*

Introduction .....	35
1. La virtualisation.....	35
1.1 Historique .....	35
1.2 Définition.....	36
1.3 Candidats à la virtualisation .....	37
1.4 Les intérêts de la virtualisation .....	37
1.5 Les hyperviseurs .....	39
1.5.1 Hyperviseur de type 1 .....	39
1.5.2 Hyperviseur de type 2 .....	40
1.6 Les techniques de virtualisation .....	42
1.6.1 La virtualisation complète .....	42
1.6.2 La paravirtualisation.....	42
1.6.3 Isolation.....	44
1.7 Les différents domaines de la virtualisation .....	44
1.7.1 virtualisation d'application .....	44
1.7.2 Virtualisation du poste de travail .....	45
1.7.3 Virtualisation de serveurs .....	46
1.8 Les contraintes de la virtualisation : .....	47
2. Le cloud.....	49
2.1 Définition.....	49
2.2 Historique .....	49
2.3 Les types de déploiement du cloud.....	50
2.3.1 Le cloud public .....	50
2.3.2 Le Cloud Privé .....	50
2.3.3 Le Cloud Communautaire .....	50

2.3.4	Le Cloud Hybride.....	50
2.4	Les services du Cloud Computing.....	50
2.4.1	Infrastructure as a Service (IaaS) .....	50
2.4.2	Platform as a Service (PaaS). .....	52
2.4.3	Software as a Service (SaaS).....	53
2.5	Avantage de cloud computing .....	54
2.6	Les contraintes de cloud: .....	55
	Conclusion.....	55

### *CHAPITRE III: LES CLUSTERS*

	Introduction .....	57
1.	Définition d'un serveur .....	57
2.	Définition d'un cluster .....	57
3.	Les différents types de cluster.....	58
3.1	Cluster à haute performance .....	58
3.2	Cluster a équilibre de charge .....	59
3.2.1	État de l'art Répartition de charge .....	60
3.3	Cluster a haute disponibilité .....	62
3.3.1	État de l'art haute disponibilité.....	63
4.	cluster Microsoft(MSCS) .....	64
4.1	Terminologie de l'organisation en clusters .....	64
4.1.1	Clusters de serveurs.....	64
4.1.2	Serveurs virtuels.....	65
4.1.3	Groupe de ressources .....	65
4.2	Architecture du service de cluster .....	66
4.3	Composants de cluster .....	66
4.3.1	Gestionnaire de nœuds .....	66
4.3.2	Gestionnaire de la base de données de configuration.....	67

4.3.3	Gestionnaire de journal .....	67
4.3.4	Gestionnaire des points de vérification .....	67
4.3.5	Gestionnaire de ressources .....	68
4.3.6	Gestionnaire de basculement.....	68
4.3.7	Processeur d'événements .....	68
4.3.8	Gestionnaire de communications .....	69
4.3.9	Gestionnaire de mise à jour globale .....	69
4.3.10	Moniteurs de ressources .....	69
4.4	Formation et fonctionnement d'un cluster .....	70
4.4.1	Création d'un cluster .....	70
4.4.2	Participation à un cluster .....	70
4.4.3	Formation d'un cluster .....	71
4.4.4	Abandon d'un cluster .....	71
4.5	Administration d'un cluster.....	72
5.	Windows server 2012 r2 .....	72
5.1.1	Présentation .....	72
5.1.2	Les différentes éditions de Windows server 2012 R2.....	72
5.1.3	Rôles et fonctionnalités .....	73
6.	Exchange server 2013 .....	74
6.1	Présentation .....	74
6.2	Rôle exchange server 2013.....	74
	Conclusion.....	75

## *CHAPITRE VI : RÉALISATION*

Introduction .....	77
1. Présentation de la haute disponibilité sur Microsoft exchange 2013 (DAG).....	77
6.3 Les rôles de exchange2013.....	77
2. Présentation des logiciels et matériels utilisés : .....	77

3. Présentation des étapes de configuration d'une infrastructure haute disponibilité avec windows server 2012 r2 et exchange server 2013.....	78
4. Installation de VMware Workstation 12 Pro et Windows server 2012.....	81
4. Modifier les paramètres des cartes réseaux .....	82
5. Promotion et installation du contrôleur de domaine .....	83
6. Ajout des machines 2, 3, 4 et 5 au domaine mémoire. Local.....	87
7. Installation d'Exchange server 2013 sur les machine2, 3 et 4 .....	88
8. Création de DAG.....	89
9. Ajouter des serveurs mailbox au DAG .....	91
10. Duplication de la base de données de serveur mailbox01 sur le serveur mailbox02 ....	93
11. Tests de DAG .....	95
Conclusion.....	97
<i>CONCLUSION GÉNÉRALE</i> .....	99
<i>BIBLIOGRAPHIE</i> .....	101
<i>WEBOGRAPHIE</i> .....	102

## *LISTE DES FIGURES*

<b>Figure 1.1 : topologie en bus.....</b>	<b>17</b>
<b>Figure 1.2 :topologie en étoile.....</b>	<b>17</b>
<b>Figure 1.3 : topologie en anneau .....</b>	<b>18</b>
<b>Figure 1.4 : topologie en anneau .....</b>	<b>19</b>
<b>Figure 1.5:architecture client/serveur à 2 niveaux.....</b>	<b>20</b>
<b>Figure 1.6: architecture client-serveur à trois niveaux.....</b>	<b>20</b>
<b>Figure 1.7: les couches du modèle OSI.....</b>	<b>22</b>
<b>Figure 1.8: cheminement d'un courriel.....</b>	<b>32</b>
<b>Figure 2.1 : la virtualisation des systèmes d'exploitation .....</b>	<b>36</b>
<b>Figure 2.2 : hyperviseur type1 .....</b>	<b>39</b>
<b>Figure 2.3 : Hyperviseur de type 2.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 2.4 : La virtualisation complète .....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 2.5 :paravirtualisation .....</b>	<b>43</b>
<b>Figure 2.6 : isolation.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 2.7 : La virtualisation d'application .....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 2.8 : La virtualisation du poste de travail.....</b>	<b>46</b>
<b>Figure 2.9: virtualisation des serveurs .....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 2.10 : Infrastructure as a Service (IaaS) .....</b>	<b>51</b>
<b>Figure 2.11:Platform as a Service (PaaS).....</b>	<b>52</b>
<b>Figure 2.12 : Software as a Service (SaaS).....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 3.1 : Cluster à haute performance .....</b>	<b>59</b>
<b>Figure 3.2 : Cluster à haute performance .....</b>	<b>60</b>
<b>Figure 3.4 : Cluster a haute disponibilité.....</b>	<b>62</b>
<b>Figure 4.1:schéma physique de l'infrastructure.....</b>	<b>78</b>
<b>Figure 4.2: schéma logique de l'infrastructure .....</b>	<b>80</b>

# **Introduction**

## **Générale**

---

## *INTRODUCTION GÉNÉRALE*

De nombreuses entreprises souhaiteraient pouvoir fournir un accès aux clients 24h/24, 7j/7 sans devoir fermer pour maintenance. Dès lors, la mise en place d'une solution de haute disponibilité s'impose afin d'atteindre cet objectif. La technologie de clustering est l'une des solutions optimales pour garantir la fiabilité, la performance et la haute disponibilité.

Afin de remédier aux différents problèmes confrontés par les systèmes classiques, de nombreuses techniques ont fait leurs apparences, parmi ces dernières, on peut citer les systèmes cloud et la virtualisation.

Grâce à la virtualisation, nous n'avons pas besoin d'un ordinateur supplémentaire à chaque fois que nous voulons mettre en place un nouveau serveur. Ainsi le cloud permet une meilleure disponibilité de données et d'espaces de stockage.

L'objectif de notre travail est d'implémenter une infrastructure virtualisée de serveur de messagerie afin de garantir la haute disponibilité des services offerts par les différentes entreprises.

Pour mener à bien notre projet, nous avons réparti notre mémoire en quatre chapitres comme suit :

- Le premier chapitre intitulé « généralités sur les réseaux » nous présente les notions de bases des réseaux ;
- Le second chapitre intitulé « le cloud et la virtualisation » définit ces deux techniques et explique leurs concepts ainsi que ses différents services ;
- Dans le troisième chapitre, nous avons présenté les notions fondamentales du clustering ;
- Le dernier chapitre intitulé « réalisation », explique les différentes étapes nécessaires à implémenter notre infrastructure ;

Et enfin, nous terminerons notre mémoire par une conclusion générale.

# CHAPITRE 1



## **Généralités sur les réseaux**

## **Introduction**

Les réseaux se sont développés pour pouvoir répondre à des exigences de communication entre systèmes terminaux très variés. Ils nécessitent la mise en œuvre de nombreux protocoles et fonctionnalités pour pouvoir rester évolutifs et être administrés sans qu'il soit nécessaire de recourir en permanence à des interventions manuelles.

Dans ce premier chapitre, nous allons aborder les généralités sur les réseaux informatiques. Cette étape constitue une réflexion globale sur le domaine concerné par notre projet. Nous y présenterons les différents concepts de base des réseaux, les différentes topologies, les classifications des réseaux, les architectures, les protocoles ainsi que les différents services.

### **1. Définition d'un réseau informatique [1]**

C'est un ensemble d'ordinateurs (ou de périphériques) autonomes connectés entre eux et qui sont situés dans un certain domaine géographique. Deux stations sont considérées comme interconnectés si elles sont capables d'échanger des informations.

### **2. Classification des réseaux :**

Les réseaux peuvent être classifiés selon deux aspects :

- Leurs tailles.
- Leurs topologies.

#### **2.1 Selon leur taille**

On compte généralement quatre (04) catégories de réseaux informatiques différenciés par leur distance maximale séparant les points les plus éloignés du réseau.

##### **➤ Réseaux PAN : Personnel Area Network**

Les réseaux personnels permettent aux équipements de communiquer à l'échelle individuelle. Exemple d'un ordinateur et ses propre périphériques (imprimante, souris...).

Les technologies de communications utilisées dans ce type de réseaux sont : Bluetooth, RFID, USB...

➤ **Réseaux LAN : Local Area Network**

Les réseaux locaux sont des réseaux privés utilisés généralement dans les entreprises et les résidences pour relier des ordinateurs personnels et des équipements électroniques grand public comme les imprimantes, assiette parabolique collective, etc...

Les technologies utilisées dans ce type de réseaux sont : les câbles en cuivre, câbles RJ45 et le WIFI.

➤ **Réseaux MAN : Metropolitan Area Network**

Les MAN interconnectent plusieurs LAN géographiquement proches à des débits importants. Ainsi, un MAN permet à deux nœuds distants de communiquer comme s'ils faisaient partie d'un même réseau local.

Les technologies utilisées dans ce type de réseaux sont : les commutateurs, routeurs interconnectés par des liens hauts débits (généralement fibre optique).

➤ **Réseaux WAN : Wide Area Network**

Les WAN sont des réseaux étendus destinés à transporter des données numériques sur des distances à l'échelle d'un pays, voire d'un continent ou de plusieurs continents. Le réseau est soit terrestre, et il utilise dans ce cas des infrastructures au niveau du sol, essentiellement de grands réseaux de fibre optique ; soit hertzien, comme les réseaux satellitaires.

## **2.2 Selon leur topologie :**

Un réseau informatique est constitué d'ordinateurs reliés entre eux grâce à des lignes de communication (câbles réseaux, liaisons sans fil, etc.) et des éléments matériels (cartes réseaux, ainsi que d'autres équipements permettant d'assurer la bonne circulation des données). L'arrangement physique, c'est-à-dire la configuration spatiale du réseau est appelé Topologie physique. On distingue généralement les topologies suivantes :

- **La topologie en bus :**

Dans la topologie en bus, tous les ordinateurs sont reliés à une même ligne de transmission par l'intermédiaire de câbles, généralement coaxial. Elle a pour avantage d'être facile à mettre en œuvre et si l'une des machines tombe en panne le réseau n'est pas perturbé. En revanche si le bus est affecté alors le réseau n'est plus fonctionnel.

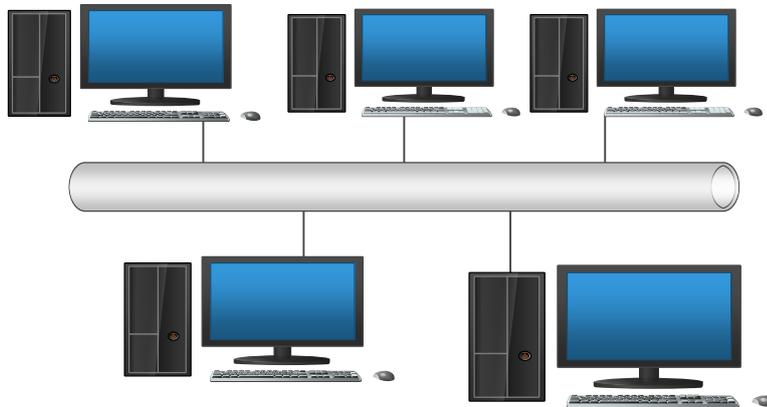


Figure 1.1 : topologie en bus

- **La topologie en étoile :**

Dans cette topologie, les ordinateurs du réseau sont reliés à un système matériel central concentrateur (hub, moyeu de roue) qui a pour rôle d'assurer les communications entre les différentes machines.

L'inconvénient de cette topologie est que si le concentrateur tombe en panne alors tout le réseau est défectueux.

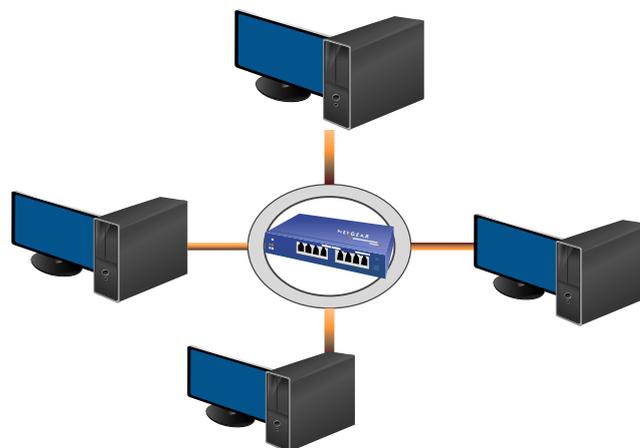
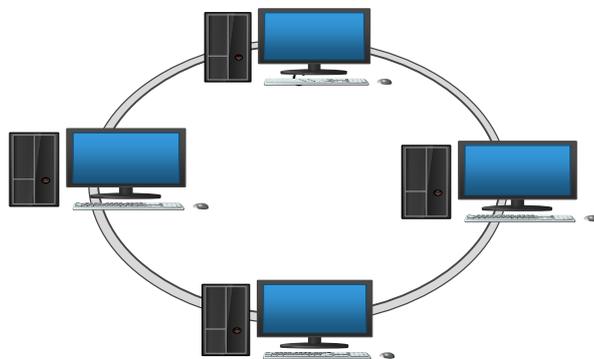


Figure 1.2 :topologie en étoile

- **La topologie en anneau :**

Un réseau a une topologie en anneau quand toutes ses stations sont connectées en chaîne les unes aux autres par une liaison bipoint de la dernière à la première. Chaque station joue le rôle de station intermédiaire. Chaque station qui reçoit une trame, l'interprète et la réémet à la station suivante de la boucle si c'est nécessaire.

La défaillance d'un hôte rompt la structure d'un réseau en anneau si la communication est unidirectionnelle ; en pratique un réseau en anneau est souvent composé de 2 anneaux contrarotatifs.



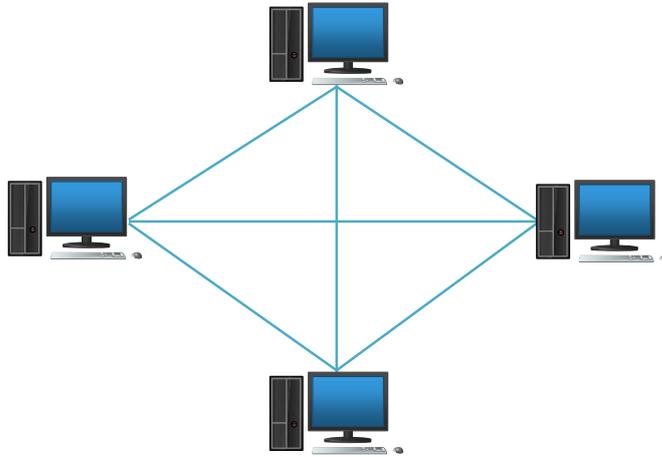
*Figure 1.3 : topologie en anneau*

- **La topologie maillée :**

Une topologie maillée, est une évolution de la topologie en étoile, elle correspond à plusieurs liaisons point-à-point. Une unité réseau peut avoir (1, N) connexions point-à-point vers plusieurs autres unités. Chaque terminal est relié à tous les autres.

L'information peut parcourir le réseau suivant des itinéraires divers, sous le contrôle de puissants superviseurs de réseau, ou grâce à des méthodes de routage réparties. En cas de rupture d'un lien, l'information peut quand même être acheminée. Cette topologie se rencontre dans les grands réseaux de distribution (Exemple : Internet).

L'inconvénient est que le nombre de liaisons nécessaires qui devient très élevé.



*Figure 1.4 : topologie en anneau*

### 3. Architecture d'un réseau :

On distingue deux types d'architectures :

- Une architecture client/serveur
- Une architecture paire-à-paire

#### 3.1 Architecture client/serveur : [2]

L'architecture client/serveur désigne un mode de communication entre plusieurs ordinateurs d'un réseau qui distingue un ou plusieurs postes clients du serveur. Dans ce modèle, le dialogue entre le client et le serveur se fait par échange de messages plutôt que par mémoire partagée.

Le dialogue avec le serveur est à l'initiative du client, il est réalisé par échange de deux messages :

- Une requête (demande) du client pour l'exécution d'un service par le serveur.
- Une réponse envoyée par le serveur et qui contient le résultat du service.

#### 3.2 Architecture client/serveur à 2 niveaux :

L'application cliente est située sur le poste client. Le lien entre le client et le serveur est direct. L'application cliente accède aux données de la base via des requêtes.

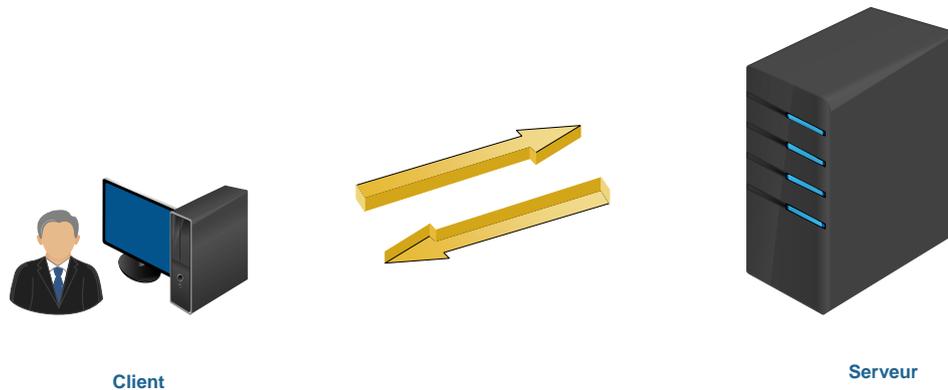


Figure 1.5: architecture client/serveur à 2 niveaux

### 3.3 Architecture client/serveur à trois niveaux

Le client n'accède pas directement au serveur de bases de données. Il émet des requêtes à un serveur d'application qui exécute les traitements et transmet les requêtes au serveur de données.

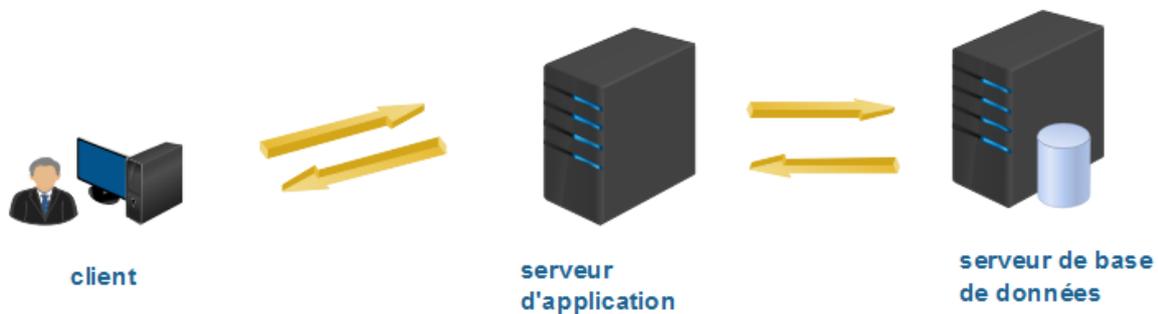


Figure 1.6: architecture client-serveur à trois niveaux

### 3.4 Architecture paire-à-paire : [3]

Contrairement aux architectures client/serveur il n'y a pas de serveur dédié. Ainsi, chaque ordinateur dans un tel réseau joue le rôle de client et de serveur. Cela signifie que chacun des ordinateurs du réseau est libre de partager ses ressources. Un ordinateur relié à une imprimante pourra donc éventuellement la partager afin que tous les autres ordinateurs puissent y accéder via le réseau.

Les réseaux pairs-à-pairs ne nécessitent pas les mêmes niveaux de performance et de sécurité que les logiciels réseaux pour serveurs dédiés. On peut donc utiliser les différentes versions des systèmes d'exploitation car ils intègrent toutes les fonctionnalités des réseaux paire-à-paire.

Dans un réseau paire-à-paire typique, il n'y a pas d'administrateur. Chaque utilisateur administre son propre terminal. Tous les utilisateurs peuvent partager leurs ressources comme ils le souhaitent (données dans des répertoires partagés, imprimantes, etc.).

#### **4. Modèle de référence OSI (Open System InterConnect) [4]**

Le modèle OSI a été développé par l'organisation pour la normalisation (ISO) en 1984, ce modèle conceptuel décrit comment les données sont transférées d'une application qui tourne sur un ordinateur vers une autre application lancée sur une autre machine.

Il est composé de sept différentes parties appelées couches. Chaque couche porte un nom qui caractérise sa fonction dans le transfert des données à travers le réseau. Les couches sont généralement séparées en deux groupes : Les couches 1 à 4 sont considérées comme des couches "Inférieures", tandis que les couches 5 à 7 représentent les couches "Supérieures".

Les couches inférieures sont chargées de transporter les données et les couches supérieures supervisent ces opérations.



Figure 1.7: les couches du modèle OSI

#### 4.1 Présentation des différentes couches du modèle OSI

##### ➤ Couche Application

La couche Application est le point d'accès des applications aux services réseaux. On y retrouve toutes les applications de communication via le réseau communément utilisé sur un LAN ou sur Internet (application de transfert de fichiers, courrier électronique... etc.).

Exemple : Navigateur (HTTP), transfert de fichiers (FTP), clients email (SMTP)

##### ➤ Couche Présentation

La couche présentation a en charge la représentation des données, c'est-à-dire de structurer et de convertir les données échangées ainsi que leur syntaxe afin d'assurer la communication entre les nœuds disparate (hardware et/ou software).

Exemple : Codage des données (ASCII, Unicode, little-endian, big-endian, etc.), cryptage, compression.

➤ **Couche Session**

La couche session gère une communication complète entre plusieurs nœuds, permettant ainsi d'établir et de maintenir un dialogue suivi, pouvant être constitué de temps mort pendant lesquels aucune donnée n'est physiquement transmise.

Exemple : une connexion http avec suivi de navigation sur un même site web (usage des cookies), une connexion FTP.

➤ **Couche Transport**

La couche transport supervise le découpage et le réassemblage de l'information en paquets, contrôlant ainsi la cohérence de la transmission de l'information de l'émetteur vers le destinataire.

Exemple : techniques de commutation par paquets, la fragmentation.

➤ **Couche Réseau**

La couche réseau a pour rôle de déterminer le choix de la route entre les nœuds afin de transmettre de manière indépendante l'information ou les différents paquets la constituant en prenant en compte en temps réel le trafic. Cette couche assure aussi un certain nombre de contrôle de congestion qui ne sont pas gérés par la couche liaison.

Exemple : techniques de commutation de données (circuits, paquet, etc.).

➤ **Couche liaison de données**

La couche liaison de données s'occupe de la bonne transmission de l'information entre les nœuds sur le support, en assurant la gestion des erreurs de transmission et la synchronisation des données.

➤ **La couche physique**

La couche physique gère la communication avec l'interface physique afin de faire transiter ou de récupérer les données sur le support de transmission.

Ce sont les contraintes matérielles du support utilisé qui décident des objectifs à atteindre par cette couche : conversion des signaux électriques, taille des connecteurs, etc.

Exemple : Interconnexion avec le support physique de transmission (paire torsadée, fibre optique, etc.).

## **5. Le modèle TCP/IP [5]**

### **5.1 Définition**

Le protocole TCP/IP, développé originellement par le ministère de la défense américain en 1981, est employé en très forte proportion sur le réseau internet.

Indépendant du constructeur informatique, TCP/IP définit une suite de divers protocoles pour la communication sur un réseau informatique, notamment le protocole TCP et le protocole IP qui sont parmi les principaux protocoles de ce modèle.

### **5.2 Couche du modèle TCP/IP**

#### **➤ Couche accès réseau**

La couche accès réseau, intégrant les services des couches physique et liaison de données du modèle OSI, a pour charge la communication avec l'interface physique afin de transmettre ou de récupérer les paquets de données de la couche supérieure. Le protocole utilisé pour assurer cette interface n'est pas explicitement défini puisqu'il dépend du réseau utilisé ainsi que du nœud (Ethernet en LAN, X25 en WAN, etc.).

#### **➤ La couche Internet**

La couche Internet correspond à la couche Réseau du modèle OSI, elle s'occupe de l'acheminement à la bonne destination des paquets de données, le routage à travers les différents nœuds par rapport au trafic et à la congestion du réseau.

Le protocole IP (Internet protocole) assure intégralement les services de cette couche, et constitue donc l'un des points-clefs du modèle TCP/IP.

#### **➤ La couche Transport**

La couche Transport, similaire à celle du modèle OSI, gère le fractionnement et le réassemblage en paquets du flux de données à transmettre. Le routage ayant pour conséquence un arrivage des paquets dans un ordre incertain, cette couche s'occupe aussi du réagencement ordonné de tous les paquets d'un même message.

Les deux principaux protocoles pouvant assurés les services de cette couche sont les suivants :

**❖ TCP (Transmission Control Protocol) :**

Protocole fiable, assurant une communication sans erreurs par un mécanisme question/réponse/confirmation/synchronisation (orienté connexion).

**❖ UDP (User Datagram Protocol) :**

Protocole non fiable, assurant une connexion rapide mais pouvant contenir des erreurs en utilisant un mécanisme question/réponse (sans connexion).

**➤ La couche Application**

La couche application, similaire à celle du modèle OSI, correspond aux différentes applications utilisant les services réseaux pour communiquer à travers un réseau.

Un grand nombre de protocoles divers de haut niveau permettent d'assurer les services de cette couche : Telnet, FTP, SMTP, http, DNS, etc.

**6. Les services réseaux****6.1 Notion de protocole [6]**

Un protocole est une méthode standard qui permet la communication entre des processus (s'exécutant éventuellement sur différentes machines), c'est-à-dire un ensemble de règles et de procédures à respecter pour émettre et recevoir des données sur un réseau. Il en existe plusieurs selon ce que l'on attend de la communication. Certains protocoles seront par exemple spécialisés dans l'échange de fichiers (le FTP), d'autres pourront servir à gérer simplement l'état de la transmission et des erreurs (c'est le cas du protocole ICMP).

Sur internet, les protocoles utilisés font partie d'une suite de protocoles, c'est-à-dire un ensemble de protocoles relié entre eux. Cette suite de protocole s'appelle TCP / IP. Elle contient, entre autres, les protocoles suivants : HTTP. FTP. ARP, ICMP, IP, TCP, UDP, SMTP, Telnet, NNTP.

## 6.2 Protocoles de la couche application

### 6.2.1 Le protocole DNS (Domain Name System) [6]

- **Définition**

Le système DNS est un système d'annuaire associant un nom alphanumérique à une adresse IP.

Le but principal de ce système est de désigner un hôte avec une appellation beaucoup plus facilement mémorisable qu'une adresse IP, par ailleurs, on dispose d'un système de nom masquant les spécificités d'une adresse IP, permettant un changement d'adresse transparent. Un nom DNS correspond donc généralement à une seule adresse IP, alors qu'une adresse IP peut cependant être associée à plusieurs noms DNS.

DNS est basé sur une architecture client/serveur, avec un principe de requête/réponse utilisant le protocole DNS (Domain Name Service), protocole de la couche session (OSI), qui définit les messages échangés pour la résolution d'un nom. Chacun de ces messages est encapsulé dans un datagramme UDP, le serveur écoutant sur le port 53.

- **Organisation**

DNS est un système distribué et hiérarchisé en arborescence. Plus précisément, chaque élément du niveau de l'arborescence est géré par une entité autonome, qui est en charge d'assurer le bon fonctionnement du service et l'unicité des noms pour tous les domaines qui sont de son ressort.

Cette organisation en niveaux se lit directement dans le nom DNS complet d'un hôte, appelé nom FQDN (Full Qualified Domain Name), qui indique le nom de chaque niveau séparé par un point '.', selon le modèle suivant : hôte. Sous-domaine. Domaine. Domaine-haut-niveau, en commençant par le dernier domaine. Celui-ci correspond donc toujours à l'hôte, et par extension le reste du nom est assimilé au domaine lui-même.

Le nombre de niveaux maximal est 127 (découpage du domaine en sous-domaine, puis chaque sous-domaine en sous-sous-domaine, etc.) ; chaque nom de niveau fait de 1 à 63 caractères, le nom FQDN faisant 255 caractères au maximum. Le domaine racine est nommé « point » noté ('.'), et est généralement omis dans les requêtes DNS.

- **Principe de résolution des noms**

Le principe d'un système DNS suppose un système de cache DNS, afin de stocker temporairement les résolutions d'adresses afin d'optimiser le trafic. Lorsque les données du cache ne permettent pas de déterminer l'adresse IP, la hiérarchie DNS est alors mise en jeu.

Un serveur DNS lorsqu'il ne peut répondre directement à la requête (pas d'autorité sur le domaine visé et pas de mise en cache), peut fonctionner suivant 2 modes :

- **Mode itératif** : un serveur DNS (a) indique au client un autre serveur DNS (b), qu'il sait être plus approprié ;
- **Mode récursif** : le serveur DNS (a) gère la requête DNS comme s'il était demandeur et va interroger le serveur DNS (b) qu'il sait être plus approprié ; lorsque la réponse lui parvient, il la transmet au client.

## 6.2.2 Le protocole DHCP [7]

- **Définition**

Un serveur DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol ou protocole de configuration dynamique) a pour rôle de distribuer des adresses IP à des clients d'une manière dynamique pour une durée déterminée. Au lieu d'affecter manuellement à chaque hôte une adresse statique, ainsi que tous les paramètres tels que (serveur de noms, l'adresse de passerelle par défaut, @IP du réseau), un serveur DHCP alloue à un client, un bail d'accès au réseau, pour une durée déterminée (durée du bail). Le serveur passe en paramètres au client toutes les informations dont il a besoin. Ce processus est mis en œuvre quand vous ouvrez une session chez un fournisseur d'accès Internet par modem. Le fournisseur d'accès, vous alloue une adresse IP de son réseau le temps de la liaison. Cette adresse est libérée, donc de nouveau disponible, lors de la fermeture de la session.

- **Principe d'une communication DHCP**

Les messages échangés afin de configurer les paramètres réseaux sont encapsulés dans des datagrammes UDP en utilisant les ports 67 (serveur DHCP pour les requêtes) et 68 (client en écoute pour les réponses). La communication s'effectue en 4 temps, en utilisant (04) messages DHCP distincts :

- **DHCP Discover** : diffusion d'une requête DHCP par l'hôte demandant à se voir allouer une adresse IP en précisant l'adresse physique.
- **DHCP Offer** : tous les serveurs DHCP ayant reçu la requête répondent en diffusant un message qui propose un paramétrage adresse IP/masque ainsi que la durée du bail associé.
- **DHCP Request** : l'hôte accepte la première proposition reçue, s'auto-configue, et diffuse un message précisant ses différents paramètres réseau.
- **DHCP Ack** : le serveur concerné mémorise l'allocation de cette adresse, démarre le bail et envoie une confirmation au client.

### 6.2.3 Protocole http (HyperText Transfert Protocole) [8]

- **Définition**

L'HyperText Transfer Protocol, plus connu sous l'abréviation HTTP (littéralement « protocole de transfert hypertexte ») est un protocole de communication client-serveur développé pour le World Wide Web. HTTPS (avec S pour secured, soit « sécurisé ») est la variante du HTTP sécurisée par l'usage des protocoles SSL ou TLS.

HTTP est un protocole de la couche application. Il peut fonctionner sur n'importe quelle connexion fiable, dans les faits on utilise le protocole TCP comme couche de transport. Un serveur HTTP utilise alors par défaut le port 80 (443 pour HTTPS).

Les clients HTTP les plus connus sont les navigateurs Web permettant à un utilisateur d'accéder à un serveur contenant les données.

- **Principe de communication entre serveur Web et navigateur**

La communication s'effectue en deux temps :

- Le navigateur effectue une requête http.
- Le serveur traite la requête puis envoie une réponse http.

Une requête http est un ensemble de lignes envoyée au serveur par un navigateur, elle comprend :

- Une ligne de requête ;
- Les champs d'en-tête de la requête ;
- Le corps de la requête.

Une réponse http est un ensemble de lignes envoyées au navigateur par le serveur, elle comprend :

- Une ligne de statut ;
- Les champs d'en-tête de la réponse ;
- Le corps de la réponse.

## 6.2.4 Le protocole FTP (File Transfert Protocole) [7]

### • Définition

Le protocole FTP est un protocole de transfert de fichier de type client/serveur. Il définit la façon selon laquelle des données doivent être transférées sur un réseau TCP/IP. Il a pour objectifs :

- le partage de fichiers entre machines distantes ;
- le transfert de données de manière efficace.

### • Principe de communication FTP

Lors d'une connexion FTP, deux canaux de transmission sont ouverts :

- un canal pour les commandes (canal de contrôle) ;
- un canal pour les données.

Deux processus permettent de gérer ces deux informations :

- DTP (Data Transfert Protocol) : il est chargé d'établir la connexion et de gérer le canal de données.
- Le PI (Protocol/Interpreter) est l'interpréteur de protocole permettant de commander le DTP à l'aide des commandes reçues sur le canal de contrôle.

Il existe deux types de PI :

- Le SERVER-PI est chargé d'écouter les commandes provenant d'un USER-PI sur le canal de contrôle sur un port donné, d'établir la connexion pour le canal de contrôle, de recevoir sur celui-ci les commandes FTP de l'USER-PI, d'y répondre et de piloter le SERVER-DTP.
- Le USER-PI est chargé d'établir la connexion avec le serveur FTP, d'envoyer les commandes FTP, de recevoir les réponses du SERVER.PI et de contrôler le USER-DTP si besoin.

Lors de la connexion d'un client FTP a un serveur FTP, le USER-PI initie la connexion au serveur selon le protocole Telnet. Le client envoie des commandes FTP au serveur, ce dernier les interprète, pilote son DTP, puis renvoie une réponse standard. Lorsque la connexion est établie, le SERVER-PI donne le port sur lequel les données seront envoyées à l'USER-DTP. L'USER-DTP écoute alors sur le port spécifié les données en provenance du serveur.

### **6.2.5 Les protocoles de messageries [9]**

Le courrier électronique est considéré comme étant le service le plus utilisé sur internet. Ainsi la suite de protocoles TCP/ IP offre une panoplie de protocoles permettant de gérer facilement le routage du courrier sur le réseau.

#### **➤ Protocole SMTP (Simple Mail Transfert Protocol)**

Le protocole SMTP est le protocole standard permettant de transférer le courrier d'un serveur à un autre. Il s'agit d'un protocole fonctionnant en mode connecté, encapsulé dans une trame TCP/IP et utilisé pour la transmission et non pour la réception. Cependant, les serveurs de messagerie utilisent SMTP pour faire les deux, tandis que les clients de messagerie utilisent SMTP pour l'envoi et un autre protocole (POP ou IMAP) pour la réception.

#### **➤ Le MUA (Mail User Agent)**

Application permettant aux utilisateurs de créer, d'afficher, d'envoyer et de recevoir du courrier électronique. L'application MUA réside sur un système client, tel qu'un poste de travail ou un PC.

#### **➤ Le MSA (Mail Storage Area)**

Système ou serveur local dans lequel l'application MTA stocke du courrier électronique.

Il s'agit également de l'emplacement à partir duquel le serveur MSS extrait du courrier électronique à la demande de l'application MUA.

#### **➤ Le MTA (Mail Transfert Agent)**

Application permettant d'envoyer, de recevoir et de stocker du courrier électronique. Ce programme détermine l'emplacement et la méthode stockage de courrier électronique.

#### **➤ Le MDA (Mail Delivery Agent)**

Application permettant d'enregistrer le courrier électronique reçu dans la zone MSA. Il se peut que ce programme effectue des tâches supplémentaires telles que le filtrage de courrier électronique ou la distribution de courrier électronique aux sous-dossiers.

### ➤ **Le MSS (Mail Storage Server)**

Application permettant d'extraire du courrier électronique de la zone MSA et de le renvoyer à l'application MUA.

### ➤ **Le protocole POP (Post Office Protocole)**

Le protocole POP : « protocole de bureau de poste » a l'avantage d'être simple et efficace et surtout, il est supporté par tous les clients de messagerie. Le protocole POP a pour fonction principale de traiter les courriers, il les reçoit et les distribue à leurs destinataires respectifs mais il ne peut pas en envoyer. POP n'est qu'un protocole de retrait, il permet uniquement d'aller chercher un mail se situant sur un serveur de messagerie. L'envoi est assuré par le protocole SMTP.

### ➤ **Le protocole IMAP (Internet Mail Access Protocol)**

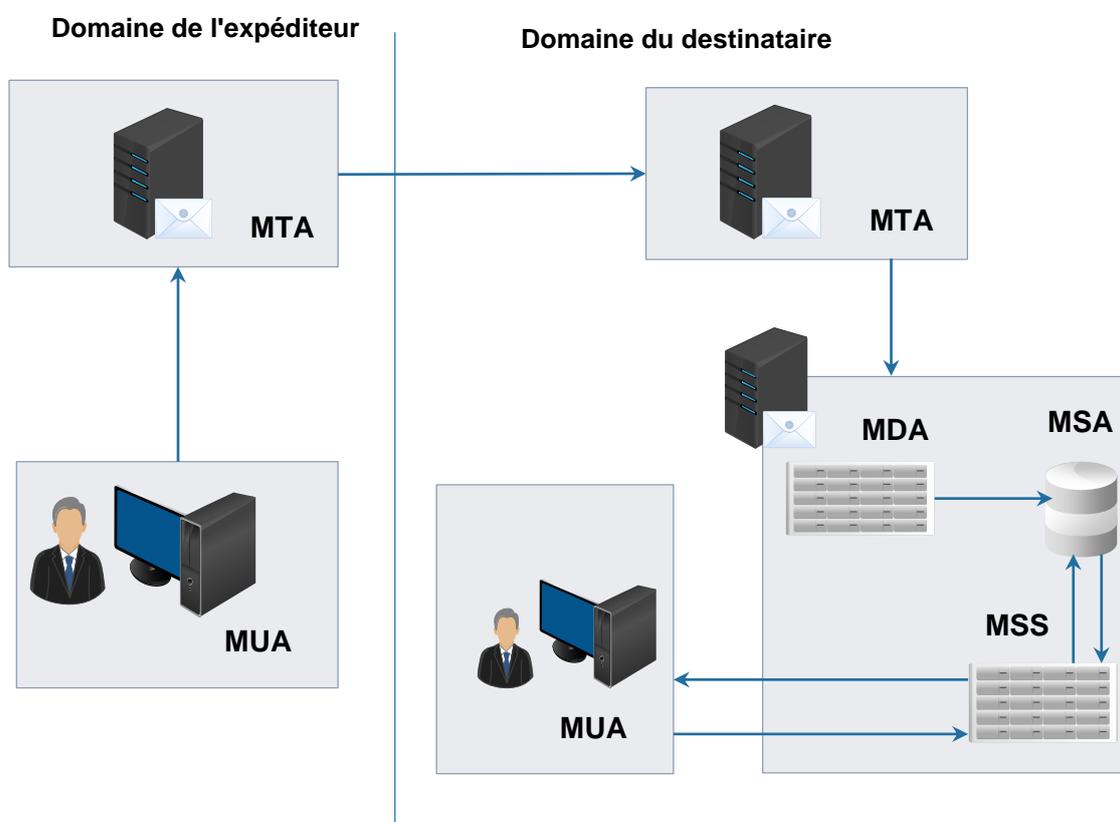
IMAP (Internet Message Access Protocol) est un protocole de lecture d'e-mails. Contrairement à POP, il n'a pas été conçu pour recevoir des messages mais pour les consulter directement depuis un serveur. Cette consultation s'apparente à du Cloud, c'est-à-dire l'accès par Internet à des données qui se trouvent sur le web. IMAP permet de gérer ses messages directement sur un serveur distant pour organiser les messages en dossiers, par exemple. Il supporte également TLS. Dans le cas d'IMAP, le Cloud est à la fois un avantage et un inconvénient : on peut accéder à ses messages depuis n'importe quel ordinateur, à condition d'être connecté à son compte de messagerie. Quelques clients permettent néanmoins de télécharger les messages pour pallier ce problème.

### ➤ **Cheminement d'un courriel**

Le courrier électronique est transmis via les composants du serveur de messagerie comme suit :

- Dans son application MUA, l'expéditeur crée un courrier électronique et clique sur Envoyer.
- L'application MUA utilise SMTP pour envoyer le courrier électronique à un agent MTA.
- L'agent MTA relaie et achemine le courrier électronique vers un MTA dans le domaine du destinataire.

- L'agent MTA du domaine du destinataire envoie le courrier électronique à un MDA du système du destinataire.
- Le MDA stocke le courrier électronique dans une zone MSA.
- L'application MUA du destinataire interroge un MSS.
- Le MSS utilise IMAPv4 ou POP pour extraire le courrier électronique pour le destinataire à partir de la zone MSA.
- Le MSS renvoie le courrier électronique à l'application MUA.
- Dans son application MUA, le destinataire lit le courrier électronique envoyé par l'expéditeur.



*Figure 1.8: cheminement d'un courriel*

## Conclusion

Ce chapitre avait pour intérêt de nous initier aux réseaux informatiques. Cette approche nous a permis d'englober tous les aspects nécessaires à une bonne compréhension des réseaux informatique. Après avoir définis ces concepts de base en profondeur, nous sommes désormais en mesure d'entamer la prochaine étape de notre projet dans lequel nous

aborderons les techniques de cloud et virtualisation, dont nous allons définir leurs différents types.

# CHAPITRE 2

---

## **Virtualisation et Cloud**

## Introduction

Du fait de la saturation des parcs informatiques ainsi que l'augmentation des masses de données, de nouvelles initiatives sont apparues afin de remédier à ces problèmes tel que le Cloud et la virtualisation.

Durant ce chapitre nous aborderons le concept de la virtualisation, puis nous aborderons une notion sur le Cloud. Nous présenterons les différents types de Cloud ainsi que ses services. Nous terminerons par les différentes contraintes

## 1. La virtualisation

### 1.1 Historique [10][11]

La virtualisation, contrairement à ce que pensent de nombreuses personnes, n'est pas née en 1999 avec la sortie du premier produit VMware. Ses débuts remontent à environ 40 ans sur la plate-forme de superordinateurs (mainframe) d'IBM. À cette époque, les machines virtuelles étaient appelées des pseudo-machines. À l'origine, l'ordinateur central utilisait le programme de contrôle pour allouer des ressources et isoler les différentes instances des pseudo-machines les unes des autres.

**Les années 70** : Une bonne part des travaux sur la virtualisation fut développée au centre scientifique de Cambridge d'IBM en collaboration avec le MIT, où fut mis au point le système expérimental CP/CMS, devenant ensuite le produit (alors nommé Hyperviseur) VM/CMS.

Par la suite, les mainframes (serveurs IBM) ont été capables de virtualiser leurs systèmes d'exploitation avec des technologies spécifiques et propriétaires, à la fois logicielles et matérielles.

**Les années 80-90** : Dans la deuxième moitié des années 1980 et au début des années 1990, on a créé des embryons de virtualisation sur des ordinateurs personnels. Ces solutions pouvaient être soit purement logicielles, soit couplées à du matériel additionnel (ajout de processeur, carte réseau, etc.).

**Fin des années 90, début 2000** : Dans la seconde moitié des années 1990, les émulateurs sur x86 des vieilles machines des années 1980 ont connu un énorme succès, notamment les ordinateurs Atari, Amiga, Amstrad et les consoles NES, SNES, Neo-Geo AES. La société

VMware développa et popularisa à la fin des années 1990 et au début des années 2000 un système propriétaire de virtualisation logicielle des architectures de type x86 pour les architectures de type x86. Les logiciels libres Xen, KVM, QEMU, Bochs, Linux-VServer, Virtual Box et les logiciels propriétaires mais gratuits VirtualPC, Virtual Server et VMware Server ont achevé la popularisation de la virtualisation dans le monde x86.

## 1.2 Définition [12]

La virtualisation est un ensemble de techniques matérielles et/ou logicielles qui autorisent l'exécution de plusieurs applications indépendantes sur une même machine hôte. Grâce à la virtualisation, il est possible d'exécuter plusieurs systèmes d'exploitation (OS invité) sur un même serveur. Ainsi, il n'est plus nécessaire d'utiliser un serveur par application. On parle souvent d'environnement virtuel (*Virtual Environment – VE*) ou de serveur privé virtuel (*Virtual Private Server – VPS*) lorsqu'une machine exploite la virtualisation. Pour bénéficier de cette technologie, il suffit d'équiper une machine d'un logiciel de virtualisation permettant d'ajouter une couche de virtualisation, appelée hyperviseur. Cet hyperviseur masque les véritables ressources physiques de la machine afin de proposer des ressources différentes et spécifiques en fonction des applications qui tournent. Il y a donc une totale indépendance entre le matériel et les applications. Le logiciel de virtualisation simule autant de machines virtuelles que de systèmes d'exploitation souhaité. Chaque OS croit alors qu'il est installé seul sur une machine alors qu'en réalité, plusieurs OS peuvent fonctionner en parallèle en partageant les mêmes ressources.

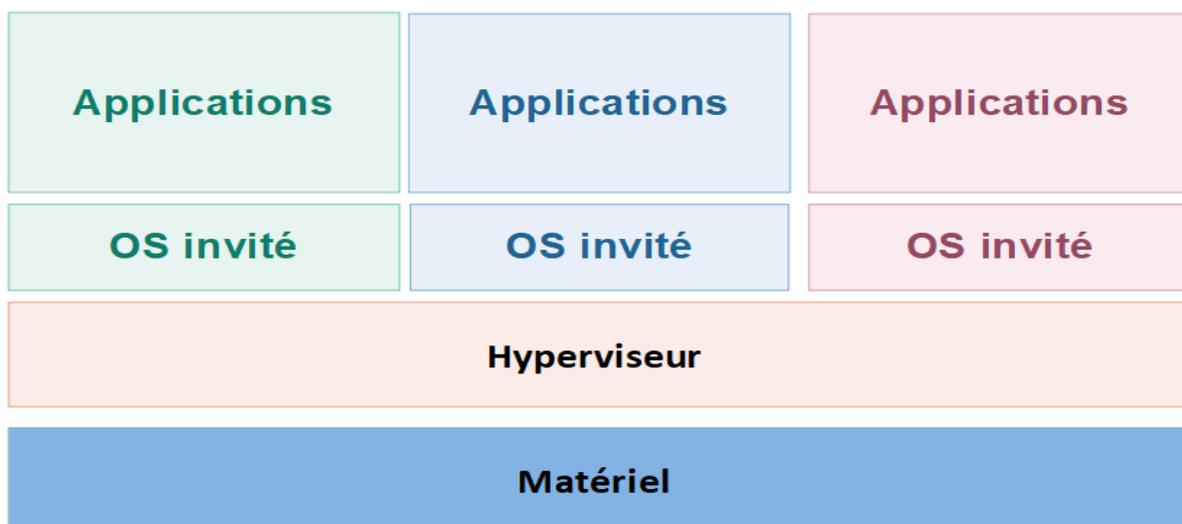


Figure 2.1 : la virtualisation des systèmes d'exploitation

### 1.3 Candidats à la virtualisation [13]

Les premiers candidats sont les serveurs web, les serveurs de courrier électronique, les autres serveurs réseau (DNS, DHCP, NTP), les serveurs d'applications (WebSphere, WebLogic, Tomcat) et les serveurs de bases de données. Il n'y a pas non plus de restriction quant aux systèmes d'exploitation utilisés. Les systèmes Windows sont d'aussi bons candidats à la virtualisation que les systèmes Linux, Solaris ou autres. Les services dont la charge est équilibrée entre plusieurs systèmes fonctionnent bien en environnement virtualisé car leur charge peut être répartie sur plusieurs systèmes serveurs.

### 1.4 Les intérêts de la virtualisation [14]

La virtualisation a plusieurs Bénéfices parmi eux :

- **Une optimisation de l'infrastructure**

La virtualisation permet d'optimiser la charge de travail des serveurs physiques. En effet, il y a quelques années, la relation une application <-> un serveur était encore largement répandue. Cependant, cette relation introduit un gaspillage important des ressources puisqu'on estime que la charge moyenne d'un serveur se situe entre 5% et 15%. L'idée est alors de récupérer ces ressources disponibles afin d'en faire bénéficier d'autres applications.

La virtualisation va apporter une solution efficace : plutôt que de faire tourner une seule application sur le serveur physique, on va installer sur celui-ci plusieurs serveurs virtuels exécutant chacun une application bien précise, et c'est le logiciel de virtualisation qui se charge de répartir équitablement les ressources entre les différentes instances. De cette manière, on optimise le rendement de chacun des serveurs physiques.

- **Une reprise automatique lors des incidents.**

La virtualisation permet d'améliorer la prévention et la gestion des pannes ainsi que le plan de reprise de l'activité du système.

En effet, les équipements virtuels étant constitués d'un ensemble de fichiers, il est très simple de les sauvegarder. Si un problème survient sur une machine physique, les fichiers qui ont été sauvegardés auparavant pourront rapidement être restaurés sur une autre machine physique, en attendant que la machine virtuelle initiale soit redémarrée.

- **Une optimisation de la sécurité des données.**

Par la centralisation des ressources applicatives au sein du centre de données, la virtualisation contribue à sécuriser l'accès et l'usage des données de l'entreprise. Il est en effet beaucoup plus simple de contrôler l'accès aux données lorsqu'elles sont regroupées en un lieu que lorsqu'elles sont réparties sur l'ensemble des sites de l'entreprise, comme c'est le cas dans un modèle d'informatique distribué. Il est néanmoins indispensable de disposer d'un système de synchronisation qui permettra de sauvegarder l'ensemble des informations sur un site extérieur. De cette manière, on limite les risques liés à la destruction du centre de données initial.

- **Une facilité de migration.**

La virtualisation apporte la possibilité de migrer facilement un environnement virtuel d'une machine physique vers une autre, facilitant ainsi la mise à jour du centre de donnée ou le remplacement de matériel défectueux. De nombreux outils d'aide à la migration ont été développés. Ils peuvent être regroupés en 3 grandes catégories : P2V (Physical to Virtual), V2P (Virtual to Physical) et V2V (Virtual to Virtual). Les outils P2V sont généralement utilisés dans les projets de virtualisation d'une infrastructure informatique. Ils consistent à convertir les serveurs physiques en serveurs virtuels. Les outils V2P, qui permettent de convertir des serveurs virtuels en serveurs physiques, sont peu demandés mais une telle fonctionnalité rassure les entreprises qui souhaitent utiliser de la virtualisation ; elle leur permet, si elles le désirent, de faire marche arrière. Enfin, les outils V2V, qui permettent de convertir des serveurs virtuels d'un format dans un autre, sont principalement utilisés au sein d'entreprises qui utilisent des gestionnaires de systèmes virtuels différents.

- **Flexibilité et compatibilité.**

La virtualisation est un outil efficace en terme de flexibilité et de compatibilité. En effet, elle supprime toute dépendance entre une application donnée et l'aspect matériel de la machine sur laquelle elle est exécutée. Il devient alors possible d'exécuter sur un système une application qui a été développée à destination d'un autre système.

- **Un cloisonnement**

Le développement d'une application s'accompagne nécessairement de phases de tests au cours desquelles le programmeur s'assure du bon fonctionnement et de la stabilité de son logiciel. Néanmoins, il est parfois risqué d'exécuter une application lorsque l'on n'est pas

certain du résultat qui sera produit. Pour réduire les risques liés à des applications peu fiables, la virtualisation peut être utilisée pour créer des environnements isolés et sécurisés qui vont servir de plateformes d'essai. Il devient dès lors possible d'itérer un grand nombre de fois un processus de test sans craindre de déstabiliser la machine physique sur laquelle s'exécute l'application.

## 1.5 Les hyperviseurs [15]

un hyperviseur est une plate-forme permettant d'héberger différents OS sur une même machine physique. Cette technologie est apparue dans les années 60 grâce à IBM, et a fait un véritable bond en avant à partir du début des années 2000.

### 1.5.1 Hyperviseur de type 1

Un hyperviseur de type 1 a comme particularité de s'installer directement sur la couche matériel (à comprendre qu'il est relié directement au matériel de la machine hôte). Il est alors considéré comme outil de contrôle du système d'exploitation, c'est à dire qu'il s'agit d'un noyau allégé et optimisé pour la virtualisation de machines, à contrario d'un OS classique (Windows ou Linux).

Au démarrage de la machine physique, l'hyperviseur prend directement le contrôle du matériel, et alloue l'intégralité des ressources aux machines hébergées.

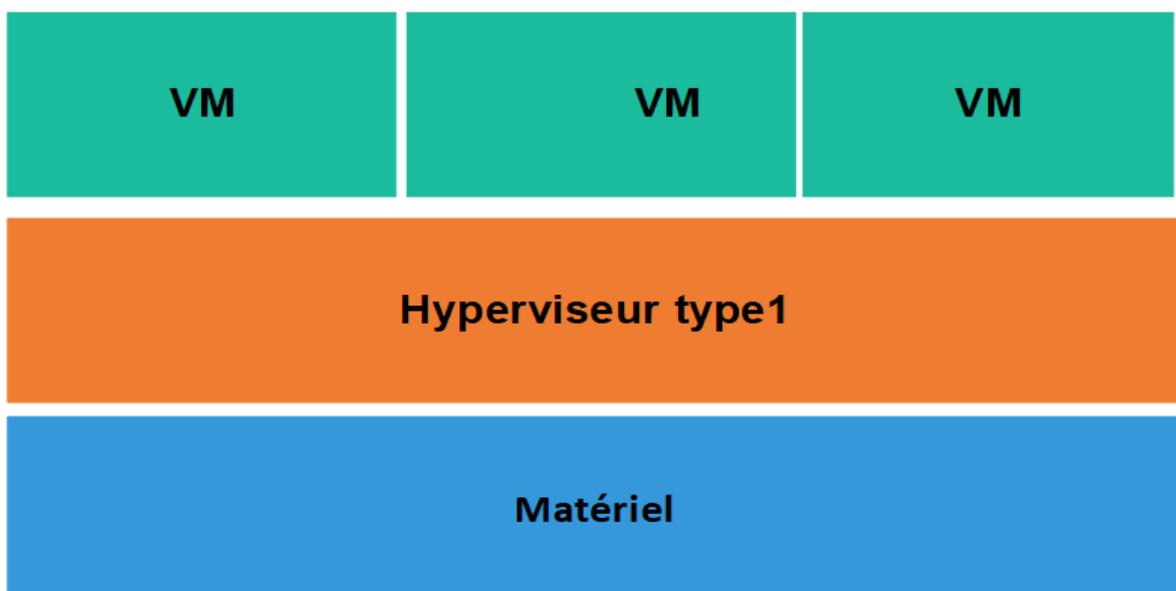


Figure 2.2 : hyperviseur type1

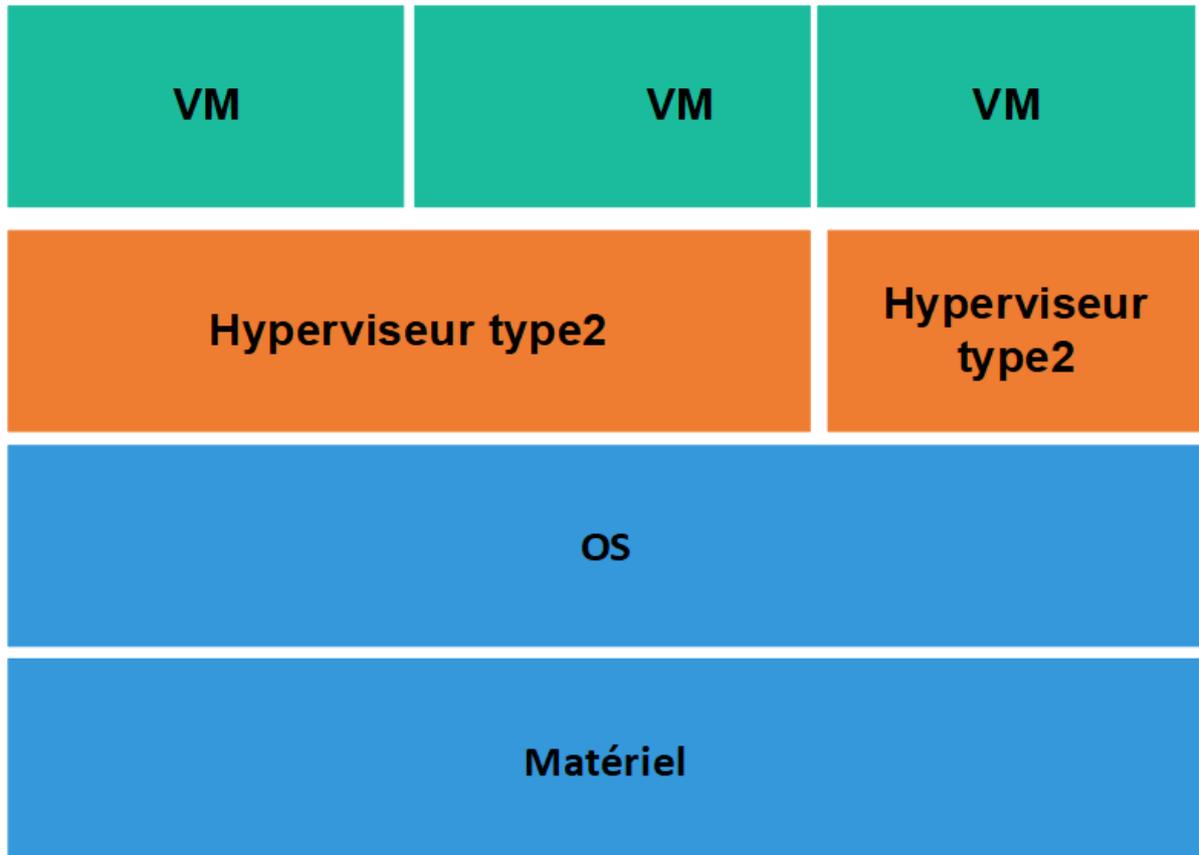
Le gros avantage de ce type d'hyperviseur, c'est qu'il permet d'allouer la quasi-totalité des ressources disponibles aux machines virtuelles, car celui-ci est directement relié à la couche matérielle. Cela est très utile lorsqu'il s'agit de virtualiser de gros serveurs (type Exchange) demandant de conséquentes ressources pour fonctionner correctement.

A contrario, un seul hyperviseur de ce type peut être installé sur une machine physique. Ainsi, si vous décidez de virtualiser beaucoup de machines, ou des machines demandant un nombre de ressources conséquents, il faudra disposer d'une machine physique disposant d'une puissance équivalente à l'intégralité des machines virtualisées, ou prévoir plusieurs machines physiques avec d'autres hyperviseurs.

### **1.5.2 Hyperviseur de type 2**

Un hyperviseur de type 2 est considéré comme un logiciel, s'installant et s'exécutant sur un système d'exploitation déjà présent sur la machine physique.

Le système d'exploitation virtualisé par un hyperviseur de type 2 s'exécutera dans un troisième niveau au dessus du matériel, celui-ci étant émulé par l'hyperviseur.



*Figure 9 : Hyperviseur de type 2*

L'avantage d'utiliser ce type d'hyperviseur est la possibilité d'installer et d'exécuter autant d'hyperviseurs que l'on désire sur notre système hôte, ce type n'étant pas relié directement au matériel.

La plupart du temps, les hyperviseurs de type 2 sont utilisés pour virtualiser des OS afin de procéder à des tests de compatibilité et/ou de sécurité.

Il existe également un environnement dans lequel ce type d'hyperviseur est particulièrement utilisé : Pour les utilisateurs Mac OSX ayant besoin d'utiliser Windows (en raison d'applications non compatibles) .

A contrario, celui-ci n'étant pas relié directement au matériel mais s'exécutant sur un OS déjà présent sur la machine physique (qui consomme donc déjà des ressources), la quantité de ressources pouvant être allouée aux machines virtualisées est moindre que sur un hyperviseur de type 1.

## 1.6 Les techniques de virtualisation [16]

### 1.6.1 La virtualisation complète

La virtualisation est dite complète lorsque le système d'exploitation invité n'a pas conscience d'être virtualisé. L'OS qui est virtualisé n'a aucun moyen de savoir qu'il partage le matériel avec d'autres OS. Ainsi, l'ensemble des systèmes d'exploitation virtualisés s'exécutant sur un unique ordinateur, peuvent fonctionner de manière totalement indépendante les uns des autres et être vu comme des ordinateurs à part entière sur un réseau.

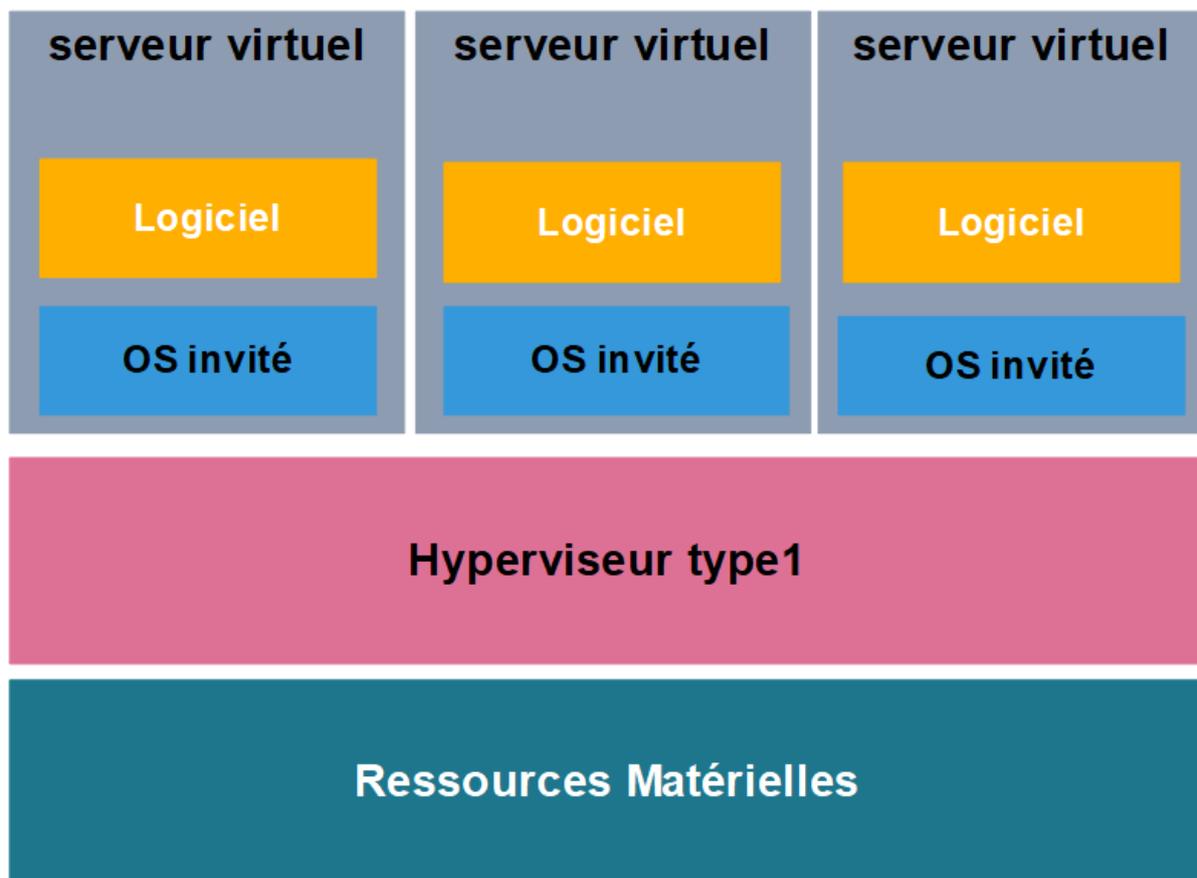


Figure 2.4 : La virtualisation complète

### 1.6.2 La paravirtualisation

Par opposition à la virtualisation, on parle de paravirtualisation lorsque les systèmes d'exploitation doivent être modifiés pour fonctionner sur un hyperviseur de paravirtualisation.

Les modifications sont en fait des insertions de drivers permettant de rediriger les appels système au lieu de les traduire.

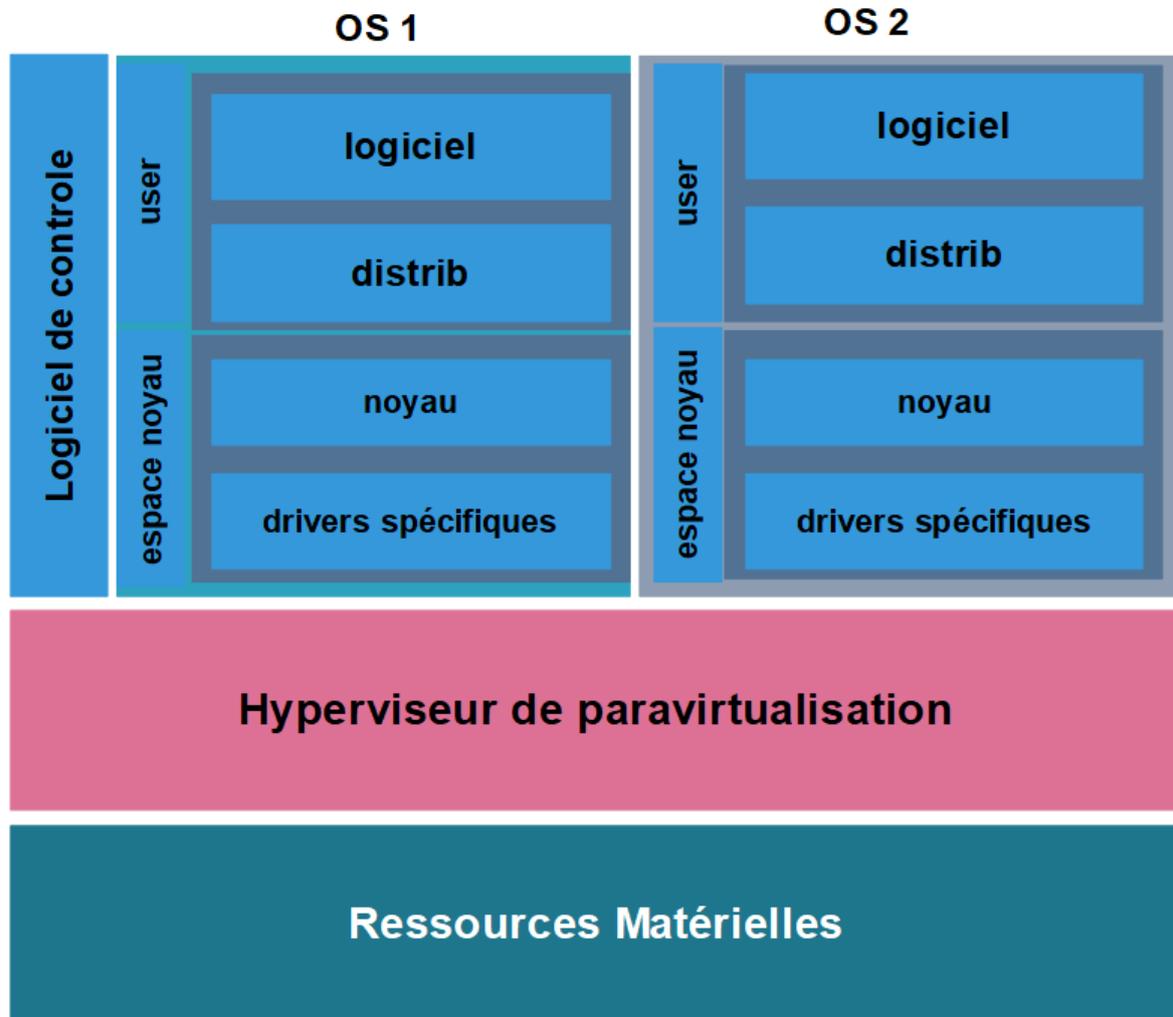
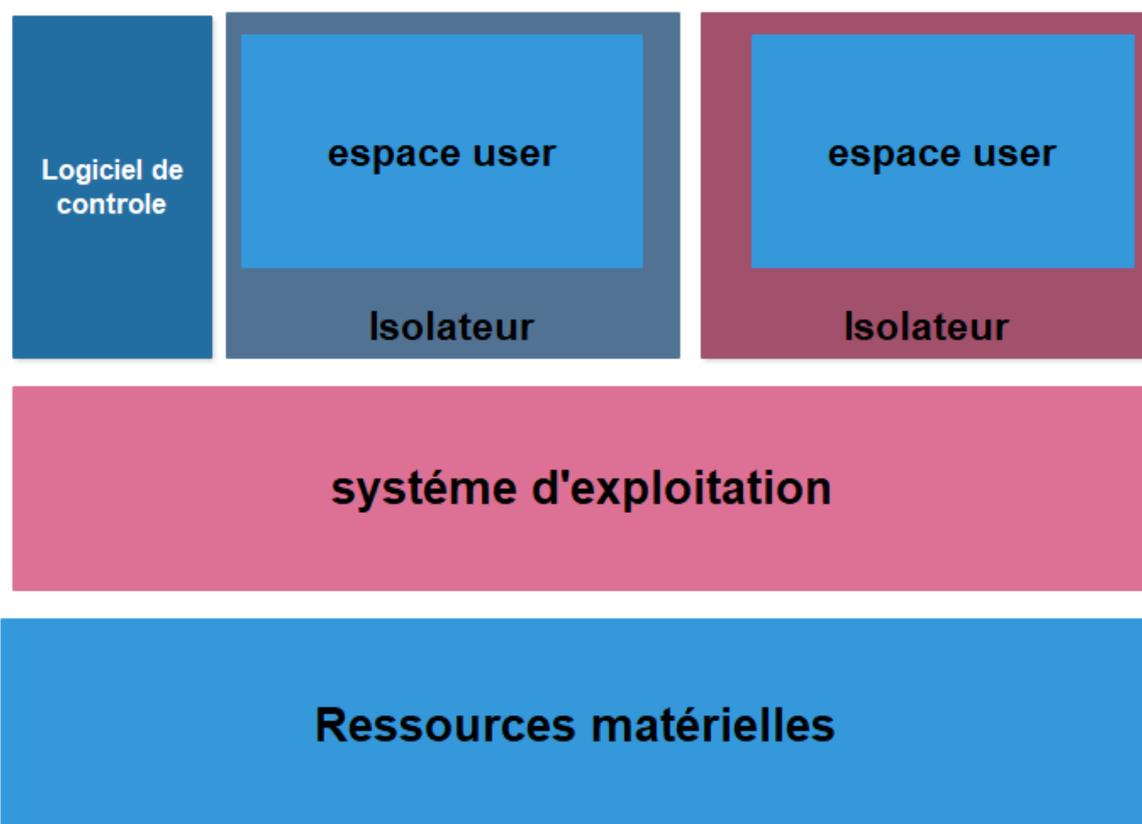


Figure 2.4 :paravirtualisation

Des drivers backend et frontend sont installés dans les OS paravirtualisés. Ils permettent, au lieu de traduire les appels système comme cela est fait dans la virtualisation complète, de ne faire que de la redirection (ce qui est beaucoup plus rapide). Il est donc intelligent d'utiliser un tel mécanisme pour accéder à du matériel potentiellement très sollicité (disque dur, interface réseau...).

### 1.6.3 Isolation

L'isolation est une technique permettant d'emprisonner l'exécution des applications dans des contextes. Cette solution est très performante (le surcoût d'une application isolée/virtualisée est minime par rapport au temps d'exécution de la même application installée sur un système d'exploitation). La performance est donc au rendez-vous, cependant on ne peut pas parler de virtualisation de systèmes d'exploitation car l'isolation ne consiste à virtualiser que des applications. On pourrait par contre avoir plusieurs instances de Tomcat qui écoutent sur le même port, plusieurs Apaches sur le port 80 etc.



*Figure 10 : isolation*

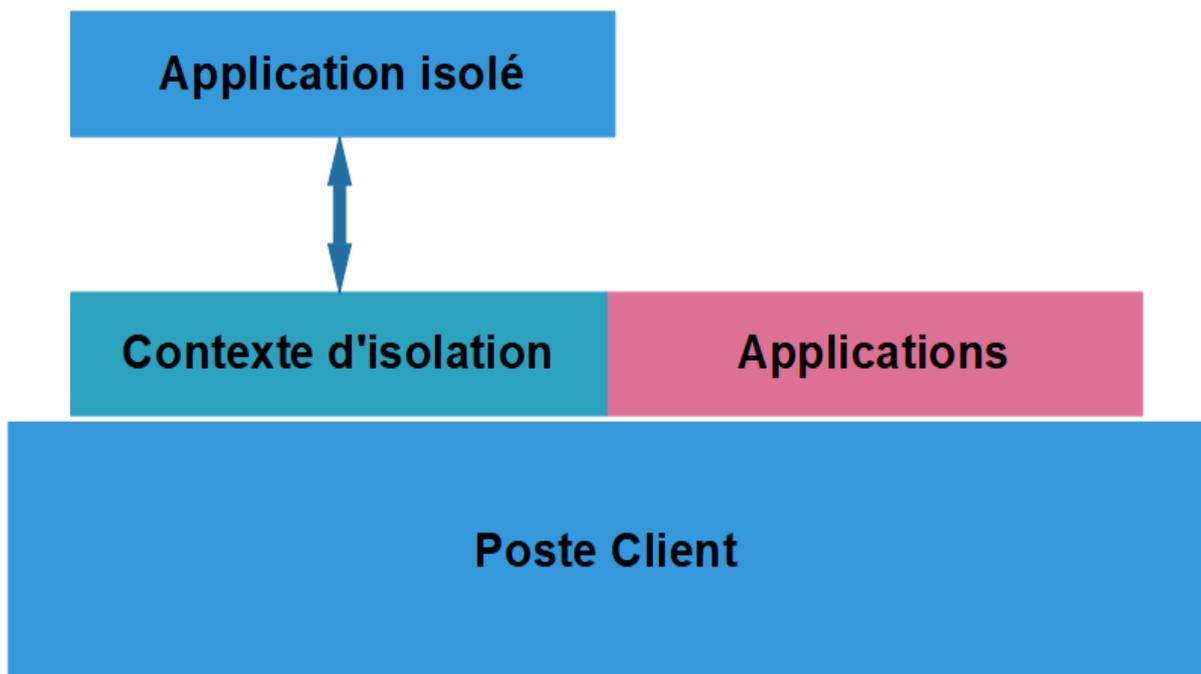
## 1.7 Les différents domaines de la virtualisation[17]

### 1.7.1 virtualisation d'application

La virtualisation d'application est une technologie logicielle qui va permettre d'améliorer la portabilité et la compatibilité des applications en les isolant du système d'exploitation sur lequel elles sont exécutées.

Elle consiste à encapsuler l'application et son contexte d'exécution système dans un environnement cloisonné. La virtualisation d'application va nécessiter l'ajout d'une couche logicielle supplémentaire entre un programme donné et le système d'exploitation. Son but est d'intercepter toutes les opérations d'accès ou de modification de fichiers ou de la base registre afin de les rediriger de manière totalement transparente vers une localisation virtuelle (généralement un fichier).

Puisque cette opération est transparente, l'application n'a pas notion de son état virtuel. Le terme virtualisation d'application est trompeur puisqu'il ne s'agit pas de virtualiser l'application mais plutôt le contexte au sein duquel elle s'exécute.



*Figure 2.6 : La virtualisation d'application*

### 1.7.2 Virtualisation du poste de travail

La virtualisation du poste de travail, communément appelée VDI (Virtual Desktop Infrastructure), offre à l'utilisateur, à partir d'une machine virtuelle, un environnement de bureau complet, comprenant le système d'exploitation et les applications.

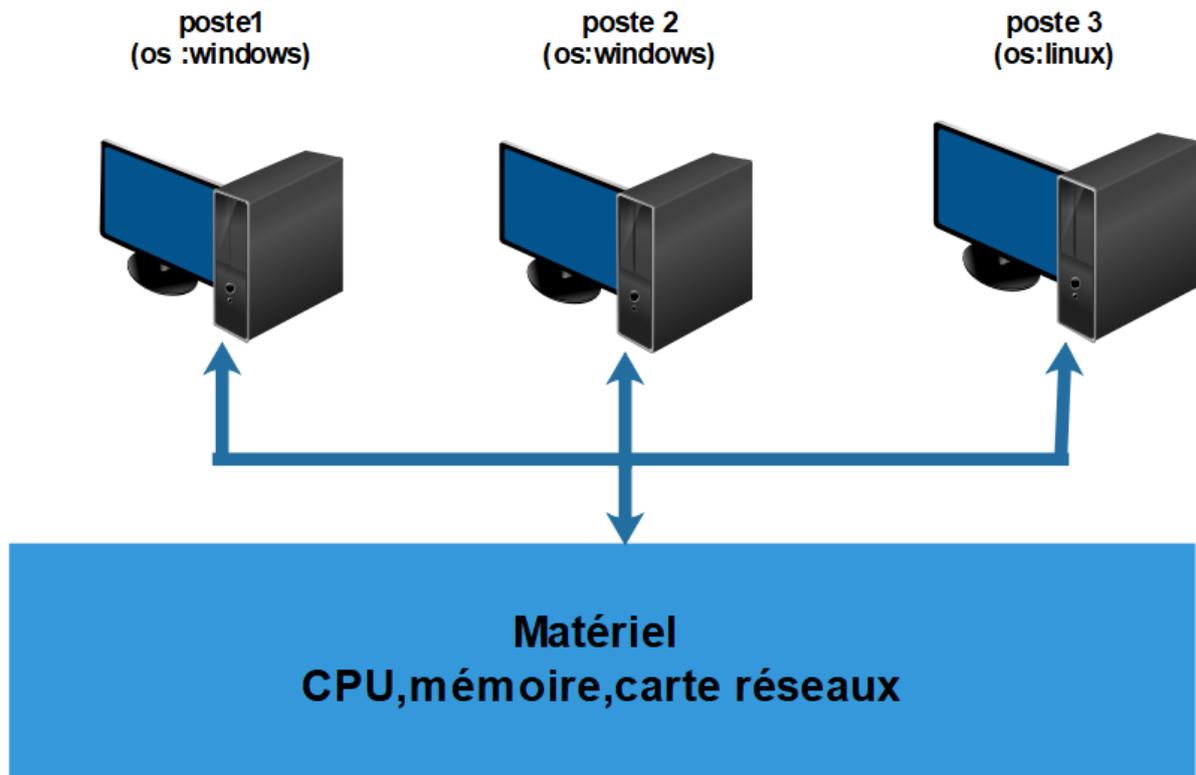


Figure 2.7 : La virtualisation du poste de travail

### 1.7.3 Virtualisation de serveurs

La virtualisation des serveurs consiste à masquer les ressources du serveur, c'est-à-dire le nombre et les caractéristiques de chaque machine physique, de chaque processeur et de chaque système d'exploitation pour les utilisateurs de ce serveur.

L'administrateur du serveur va utiliser un logiciel grâce auquel il va diviser un serveur physique (constitué ou non de plusieurs machines distinctes) en plusieurs environnements virtuels isolés les uns des autres.

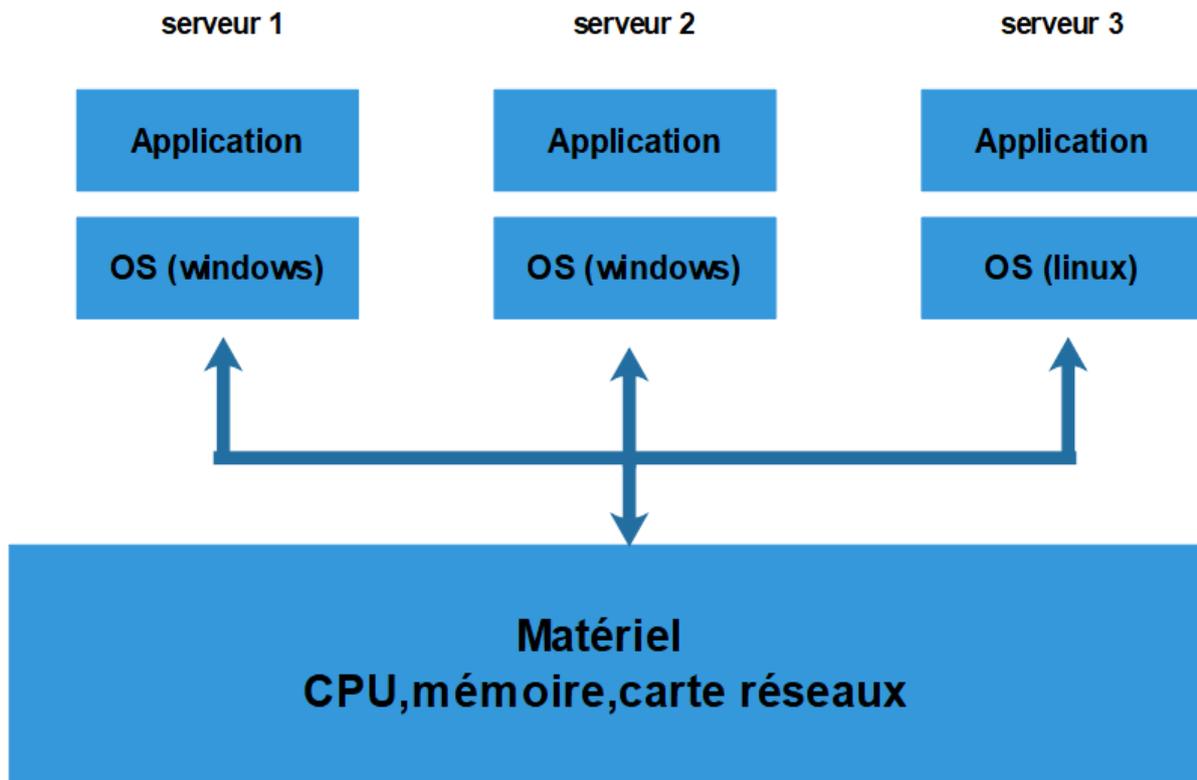


Figure 11: virtualisation des serveurs

### 1.8 Les contraintes de la virtualisation :[18]

Malgré tous ces avantages, se lancer dans la virtualisation sans y avoir bien réfléchi, sans études et surtout sans plan de reprise d'activité (PRA) peut être fatal aux systèmes d'information.

- La mise en œuvre de la virtualisation induit une complexité de gestion et apporte son lot de risques inhérents au "tout virtuel". C'est une autre façon d'organiser son parc informatique, qui peut demander un temps d'adaptation
- Un autre problème se pose : la gestion des données. Comment en effet retrouver ses données quand elles sont partagées sur plusieurs disques physiques, mais stockées sur des volumes logiques? Il faut absolument faire une cartographie détaillée à un instant T de ses données. Les LUN (Logical Unit Number) doivent être normés, avoir un nom et un numéro.
- Enfin, si la machine qui héberge tous les OS s'arrête ou si la montée en charge d'une application est flagrante, la situation peut vite tourner au cauchemar.

- D'autant plus que la virtualisation masque souvent l'origine des pannes, notamment grâce aux fonctionnalités automatiques de répartition de charge, qui rendent les pannes quasiment invisibles, puisque le système continue de fonctionner quoi qu'il arrive. Mais si une panne plus importante survient, il devient alors très difficile pour l'administrateur de la localiser.

Pour une virtualisation redondante il est donc capital de dupliquer les machines virtuelles.

Dans tous les cas la virtualisation n'est pas à prendre à la légère et doit être mûrement réfléchie.

## 2. Le cloud

### 2.1 Définition [19]

L'informatique dans les nuages, connue sous le nom de « cloud computing » est un concept informatique récent qui vise à décrire un ensemble de techniques utilisées pour délivrer des capacités informatiques en tant que services.

Ce procédé interconnecte et met en coopération des ressources informatiques au sein d'une même entité, ou bien au sein de structures externes comme une solution de serveur mail que l'on aurait externalisée et qui serait gérée par un tiers.

Pour fonctionner, le cloud s'appuie sur les technologies de la virtualisation et d'automatisation. Les protocoles et les standards Internet sont utilisés comme base pour les modes d'accès.

### 2.2 Historique [20]

Le cloud computing n'est pas nouveau, il est exploité depuis les années 2000, les changements qui ont permis l'apparition du cloud computing sont nombreux. Ainsi on peut citer l'apparition du SaaS (Software as a Service), le produit délivré par le cloud.

Puis il y a le concept de virtualisation qui permet une mutualisation des serveurs et offre donc une mise en production simplifiée et un meilleur ratio d'utilisation des ressources.

Le cloud computing est donc la juxtaposition de ces technologies pour passer à la vitesse supérieure sur l'exploitation de données à travers Internet.

Le concept du Cloud Computing a été mis en oeuvre en 2002 par Amazon, un leader du ebusiness, pour absorber la charge importante des commandes faites sur leur site au moment des fêtes de Noël. Récemment, d'autres acteurs comme Google et Microsoft proposent à leur tour des services similaires.

## **2.3 Les types de déploiement du cloud [21]**

### **2.3.1 Le cloud public**

Les utilisateurs ont accès à des services Cloud via l'Internet public sans savoir précisément où sont hébergées leurs données ni où sont exécutés leurs traitements. Les ressources informatiques et bases de données de l'utilisateur peuvent être hébergées dans n'importe quel data center du prestataire et peuvent passer d'un data center à l'autre pour optimiser les capacités du prestataire.

### **2.3.2 Le Cloud Privé**

L'ensemble des ressources est exclusivement mis à disposition pour une organisation unique.

Elle peut être gérée par l'organisation elle-même (Cloud Privé interne) ou par prestataire

Externe (Cloud Privé externe). Dans ce dernier cas, l'infrastructure est entièrement dédiée à

L'entreprise et accessible via réseaux sécurisés de type VPN.

### **2.3.3 Le Cloud Communautaire**

Il permet à plusieurs entreprises ou organisations de partager des ressources en mode Cloud qui sont alors exclusivement dédiées à ces organisations. Le Cloud communautaire peut être géré par les organisations membres ou par un prestataire externe. Le Cloud communautaire peut également permettre à plusieurs utilisateurs de se constituer un Cloud ayant les caractéristiques d'un Cloud privé en termes de sécurité et de ressources dédiées, ceci à moindre coût et avec un gage d'indépendance vis-à-vis d'un prestataire de Cloud public.

### **2.3.4 Le Cloud Hybride**

L'infrastructure se compose de deux nuages ou plus (Privé, Communautaire ou Public), qui restent des entités uniques, mais qui sont liées par une technologie normalisée ou propriétaire, permettant la portabilité des données ou des applications.

## **2.4 Les services du Cloud Computing [22]**

### **2.4.1 Infrastructure as a Service (IaaS)**

L'IaaS permet la mise à disposition des ressources d'infrastructure telles que des capacités de calcul, des moyens de stockage, du réseau sous forme de services publics. L'IaaS est similaire au HaaS, mais les ressources offertes sont virtualisées. Les utilisateurs d'IaaS sont libérés des charges causées par la possession, la gestion ou le contrôle du matériel sous-jacent. Par

---

conséquent, ils n'ont pas accès directement aux machines physiques, mais indirectement à travers les machines virtuelles (VMs). Les utilisateurs ont la plupart du temps un contrôle presque complet sur les VMs qu'ils louent: ils peuvent choisir des images de systèmes d'exploitation préconfigurées par le fournisseur, ou bien des images de machines personnalisées contenant leurs propres applications, bibliothèques et paramètres de configuration. Les utilisateurs peuvent également choisir les différents ports d'Internet à travers lesquels les machines virtuelles seront accessibles, etc.

Les utilisateurs peuvent héberger et exécuter des logiciels, des applications quelconques, ou encore stocker des données sur l'infrastructure et ne paient que les ressources qu'ils consomment.

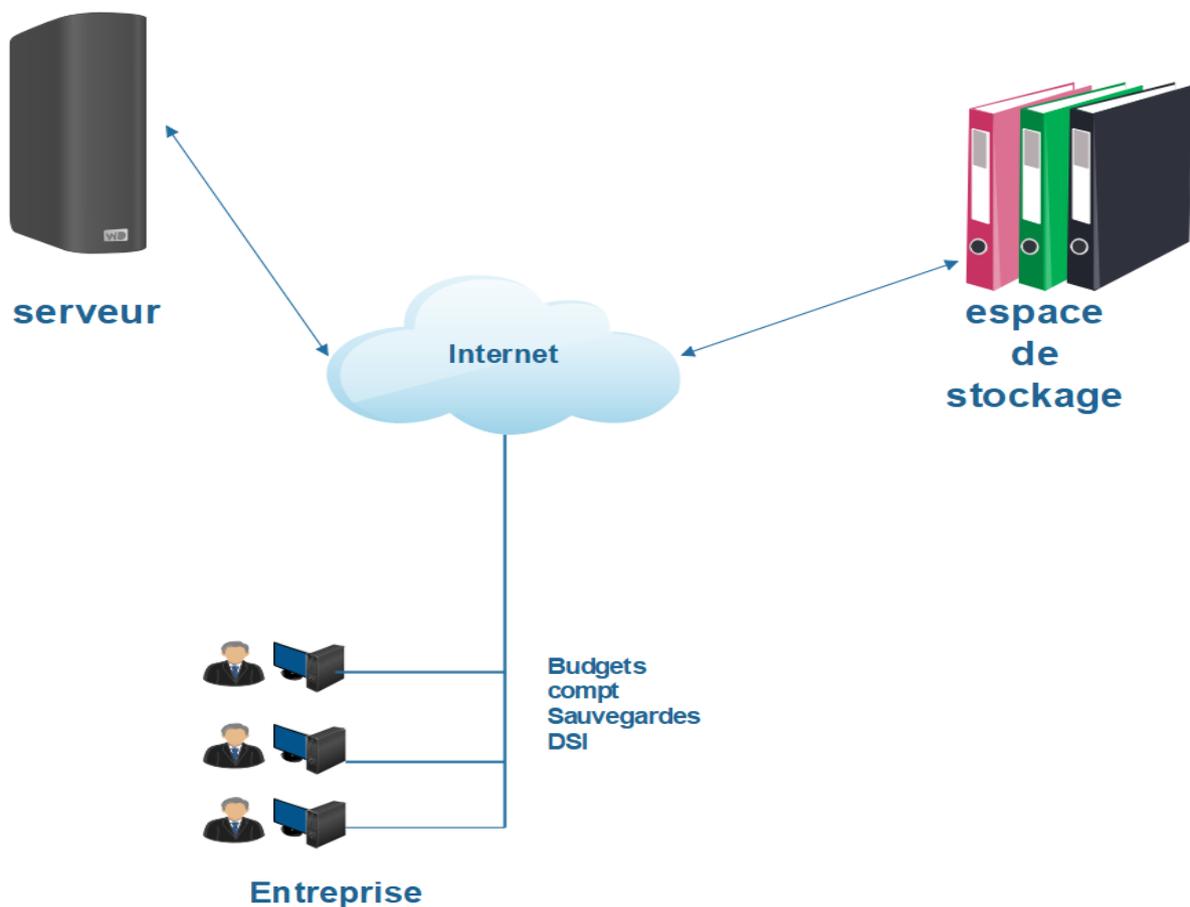


Figure 12 : Infrastructure as a Service (IaaS)

### 2.4.2 Platform as a Service (PaaS).

Le client peut déployer sur l'infrastructure Cloud ses propres applications, dans la mesure où le fournisseur supporte le langage de programmation. L'utilisateur gère mais ne contrôle pas l'infrastructure Cloud sous-jacente (réseau, serveurs, systèmes d'exploitation, bases de données, stockage), mais a le contrôle sur les applications déployées et la possibilité de configurer l'environnement d'hébergement applicatif.

Les PaaS sont des plateformes construites sur des IaaS auxquelles sont ajoutées une couche de services qui facilite le déploiement et l'exécution des applications dans le cloud. Pour déployer une application le client n'a pas uniquement besoin d'espace de stockage, de mémoire et de capacité serveur, il a besoin d'un environnement d'exécution pour son application suivant son langage de programmation, son choix du type de base de données (SQL, Oracle...), ses outils de test, et monitoring etc... C'est cet environnement et sa configuration que les PaaS offrent aux clients.

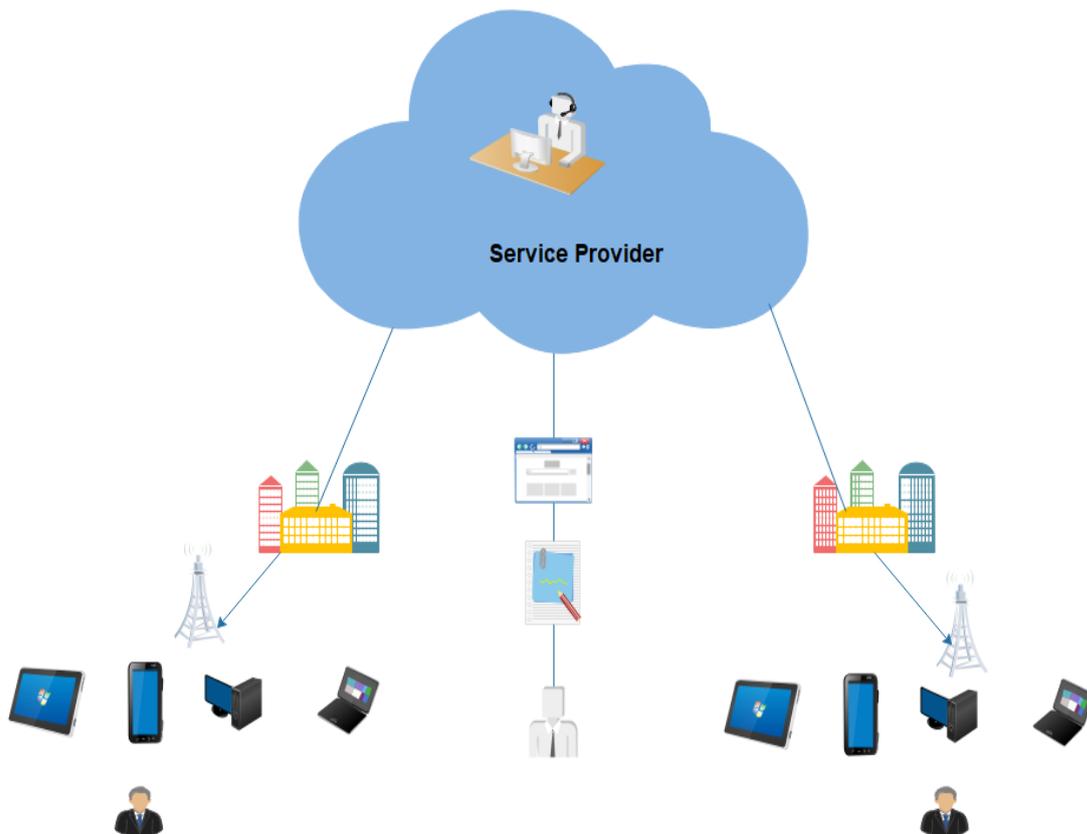


Figure 2.10: Platform as a Service (PaaS).

Le PaaS inclut un changement d'échelle en transformant l'environnement de création pour les développeurs. Ceux-ci font évoluer ou modifient les applications grâce au Cloud et dans le Cloud. S'ils élaborent toujours eux-mêmes les applications et les services associés, ils ne s'occupent plus en revanche du système (mises à jour, patches, pics de charge...). Le niveau de responsabilité du fournisseur est donc intermédiaire.

### 2.4.3 Software as a Service (SaaS).

L'utilisateur a la possibilité d'utiliser les applications du fournisseur de services via le réseau. Ces applications sont accessibles via différentes interfaces, clients légers, navigateur Web, terminaux mobiles... Le client ne gère et ne contrôle pas l'infrastructure Cloud sous-jacente, incluant le réseau, les serveurs, les systèmes d'exploitation, les bases de données, le stockage, mais peut éventuellement bénéficier d'accès à des configurations restreintes, spécifiques à des catégories d'utilisateurs.

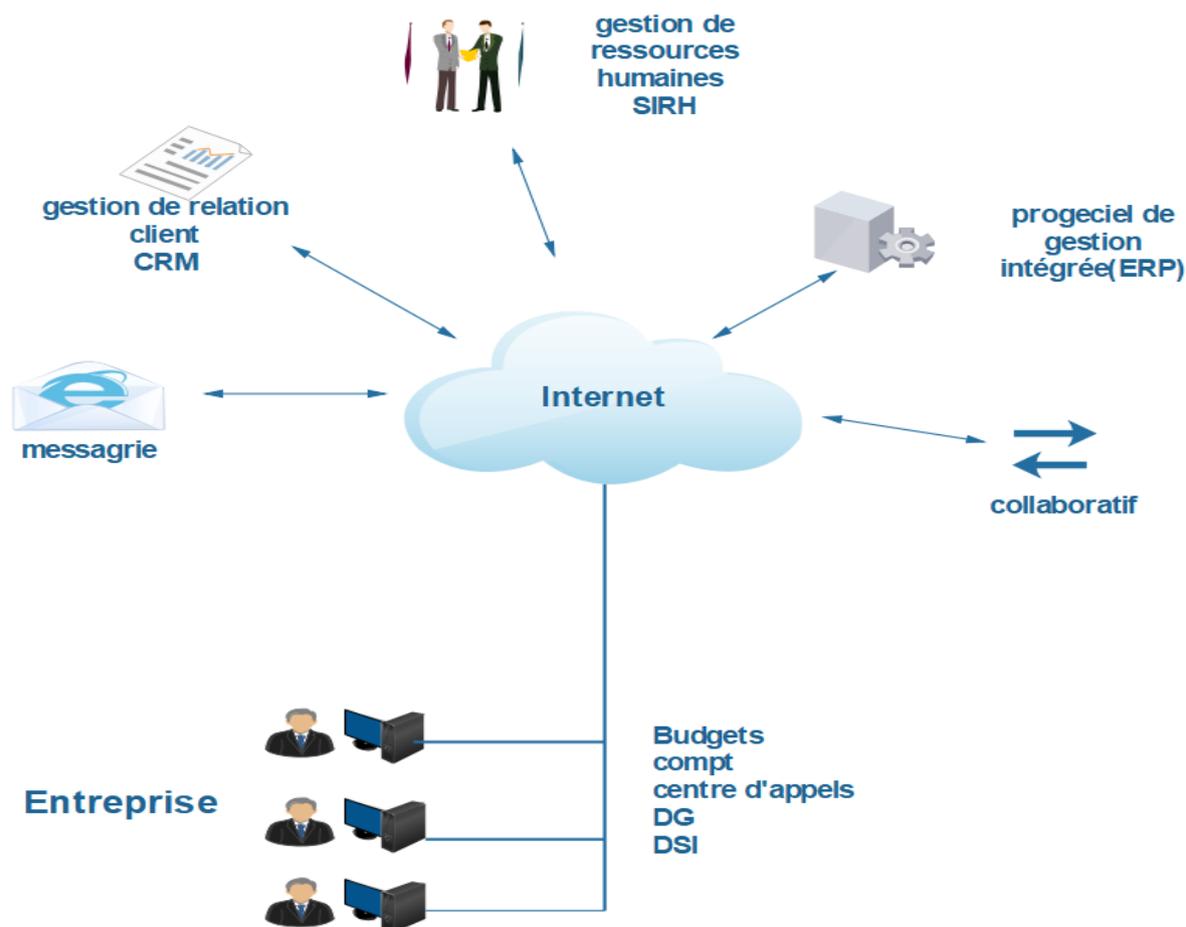


Figure 2.12: Software as a Service (SaaS).

Le SaaS représente le niveau optimal de délégation des responsabilités. Le fournisseur délivre un produit fini, clé en main, comme par exemple une boîte aux lettres, un ERP, une solution de gestion de la relation client... L'utilisateur final ne requiert alors aucune connaissance informatique particulière

Les SaaS (Software as a Service) sont les applications construites sur les infrastructures Cloud (IaaS et PaaS) et accessibles via internet aux utilisateurs finaux. Il existe de nombreux types de SaaS qui vont de webmails (gmail, hotmail) aux solutions de CRM en ligne comme «Microsoft CRM, On Line Services, Oracle CRM, Salesforce » en passant par des divers outils de productivité et de gestion. Depuis 2010, nombre d'éditeurs historiques comme IBM, Microsoft, HP, SAP, Oracle, Sage, Cegid, proposent des offres en mode SaaS.

### **2.5 Avantage de cloud computing [23]**

Le cloud computing est généralement associé à une multitude d'avantages qui créent l'unanimité parmi les professionnels de l'entreprise. Notez toutefois que ces avantages demeurent théoriques, étant donné la nature même du concept.

1. La possibilité de déployer et de rendre disponibles des applications majeures et des environnements de travail de manière immédiate. La mise à jour des applications est systématique, et le fournisseur décharge son client de toute responsabilité de maintenance. Une simplicité imbattable donc, qui vous épargne en plus les développements coûteux
2. Les données peuvent être partagées, puisque tout utilisateur du cloud computing peut aisément rendre disponibles ses données à un ou plusieurs autres utilisateurs du CC. Il est donc possible de créer une plateforme virtuelle collaborative en un temps record.
3. Un calcul particulièrement puissant, ce qui constitue probablement l'argument de choc en faveur de ce type de solution. Il faut effectivement garder à l'esprit que les structures limitées à ce niveau (puissance de calcul) peuvent ici se permettre une délocalisation de leurs traitements, et bénéficier ainsi de toutes les ressources et performances mises à leur disposition par le serveur du cloud computing. Bien qu'il ne concerne qu'un nombre assez réduit d'entreprises, cet avantage demeure l'un des plus importants du CC.
4. Un accès libre et ouvert au client, qui peut établir sa connexion de n'importe où et avoir accès à ses données immédiatement, sans passer par la mise en place d'un VPN (réseau privé virtuel) dans l'entreprise.

5. Un suivi constant du développement de votre espace cloud computing. Vous êtes généralement informé, en temps réel, de l'évolution de votre plateforme de cloud computing, puisque l'installation d'un logiciel n'est pas nécessaire et que l'accès est effectué via un simple navigateur web

## 2.6 Les contraintes de cloud:[24]

- **Confidentialité et sécurité des données** : les données sont hébergées en dehors de l'entreprise. Le fournisseur proposant le service héberge les données de l'entreprise utilisatrice. Cela peut donc poser un risque potentiel pour l'entreprise de voir ses données mal utilisées ou volées. Il s'agit donc de s'assurer que le fournisseur dispose d'une sécurité suffisante et qu'il propose une politique de confidentialité concernant les données de l'utilisateur.
- **Dépendance**: si l'entreprise souhaite des fonctionnalités très spécifiques, il peut être difficile de convaincre le fournisseur de proposer ces fonctionnalités. Et en général, s'il y a un problème, l'entreprise est tributaire du service client du fournisseur. Il s'agit donc de choisir un fournisseur en qui l'on a confiance

## Conclusion

Durant ce chapitre, nous avons exposé les différentes techniques de virtualisation ainsi que le concept du Cloud qui nous permettent de garantir une haute disponibilité des services offerts par entreprises.

Dans le chapitre qui suit, nous présenterons les différents types de cluster dans les environnements serveur ainsi que les différents systèmes d'exploitation dédiés aux serveurs.

# CHAPITRE 3

---

## Les Clusters

## Introduction

Parmi les techniques utilisées afin d'améliorer la haute disponibilité des services dans les environnements serveur on distingue la technique de clustering.

Dans ce chapitre, nous présenterons les différents types de cluster dans les environnements serveur ainsi que les différents systèmes d'exploitation dédiés aux serveurs. Nous nous focaliserons sur deux systèmes d'exploitation, Windows Server 2012 R2 et Exchange Server 2013. Nous présenterons les différents rôles et fonctionnalités offertes par ces deux systèmes ainsi que des techniques utilisées pour garantir la haute disponibilité.

### 1. Définition d'un serveur [25]

un serveur est généralement un ordinateur plus puissant que un ordinateur de bureau habituel. Il est spécialement conçu pour fournir des informations et des logiciels à d'autres ordinateurs qui sont reliés via un réseau. Les serveurs sont dotés de composants matériels qui gèrent la mise en réseau par câble Ethernet ou sans fil, généralement via un routeur.

Capables de traiter des charges de travail plus importantes et d'exécuter davantage d'applications, les serveurs tirent parti de leurs composants matériels spécifiques pour augmenter la productivité et réduire les temps d'inactivité.

Les serveurs offrent également des outils de gestion à distance qui permettent à un technicien informatique de vérifier l'utilisation et de diagnostiquer les problèmes depuis un autre site. On peut également utiliser ces outils pour exécuter des tâches de maintenance régulière, telles que l'ajout de nouveaux utilisateurs ou la modification de mots de passes.

### 2. Définition d'un cluster [26]

Littéralement un cluster est une « grappe », en informatique on parlera donc de grappe d'ordinateurs comme on peut aussi parler de grappe de disques durs pour le RAID. Disposer d'un cluster revient à disposer de plusieurs serveurs formant une seule entité. Il existe deux types d'utilisations pour les clusters :

- Le calcul distribué, ici on utilise la puissance de calcul de toutes les machines du cluster afin de réaliser de grandes opérations arithmétiques. Ils sont souvent utilisés dans les laboratoires de recherches ou les calculs météorologiques.

- La haute disponibilité des infrastructures notamment dans l'utilisation du load-balancing (répartition de charge entre serveurs). Cela à pour but de favoriser la continuité de service. Dans ce cadre-là toutes les machines physiques ne forment qu'une machine logique et le gestionnaire de cluster gère le failover (basculement) en cas de panne d'un noeud.

### **3. Les différents types de cluster [27]**

#### **3.1 Cluster à haute performance**

Un cluster de haute performance est utilisé en général dans des environnements qui ont besoins d'une très grande puissance informatiques. Pour mieux illustrer ceci, prenons l'exemple d'un gros travail de rendu ou les calculs scientifiques complexes qui sont trop gros pour être manipulés par un seul serveur. Dans une telle situation, les travaux peuvent être traitées par plusieurs serveurs , pour vous assurer qu'il est géré en douceur et en temps opportun . Une approche de clustering de haute performance est l'utilisation d'une image système unique ( SSI ) . En utilisant cette approche, plusieurs machines sont traitées par le cluster comme un seul, et le cluster alloue et revendique les ressources là où ils sont disponibles. Le clustering de haute performance est utilisé dans des environnements spécifiques et n'est pas aussi répandue que le clustering de haute disponibilité.

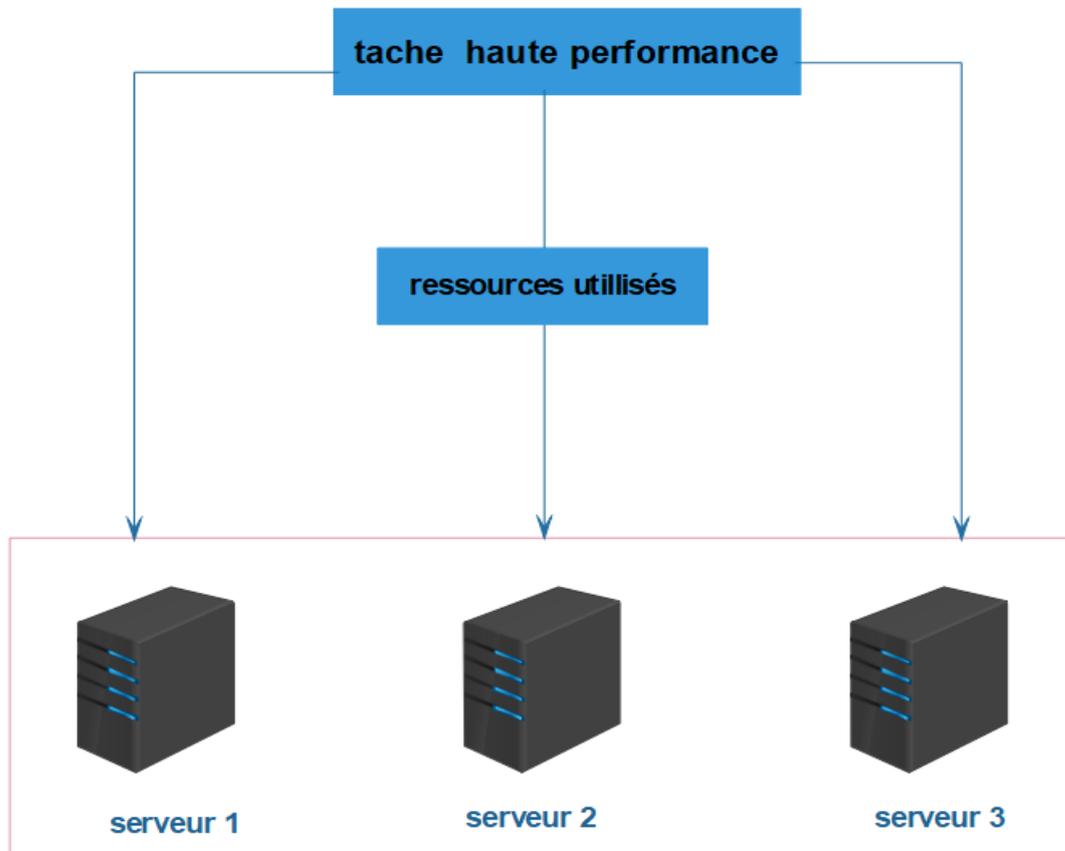


Figure 3.1: Cluster à haute performance

### 3.2 Cluster a équilibre de charge

Les clusters d'équilibrage de charges sont généralement utilisés dans des environnements de lourds demande, tels que des sites web très populaires et donc très visités. L'objectif d'un cluster d'équilibrage de charges est de redistribuer une tâche à un serveur qui dispose de ressources pour gérer la tâche. Cela ressemble un peu au clustering de haute performance, mais la différence est que dans les grappes de haute performance, en général, tous les serveurs travaillent sur la même tâche, où les clusters d'équilibrage de charges prennent soin de la répartition de la charge, pour obtenir une efficacité optimale dans les tâches de maintenance. Un cluster d'équilibrage de charge se compose de deux entités : l'équilibreur de charge et le groupe de serveurs derrière elle. L'équilibreur de charge reçoit des demandes émanant des utilisateurs finaux et les redistribue à l'un des serveurs qui est disponible sur le groupe serveur

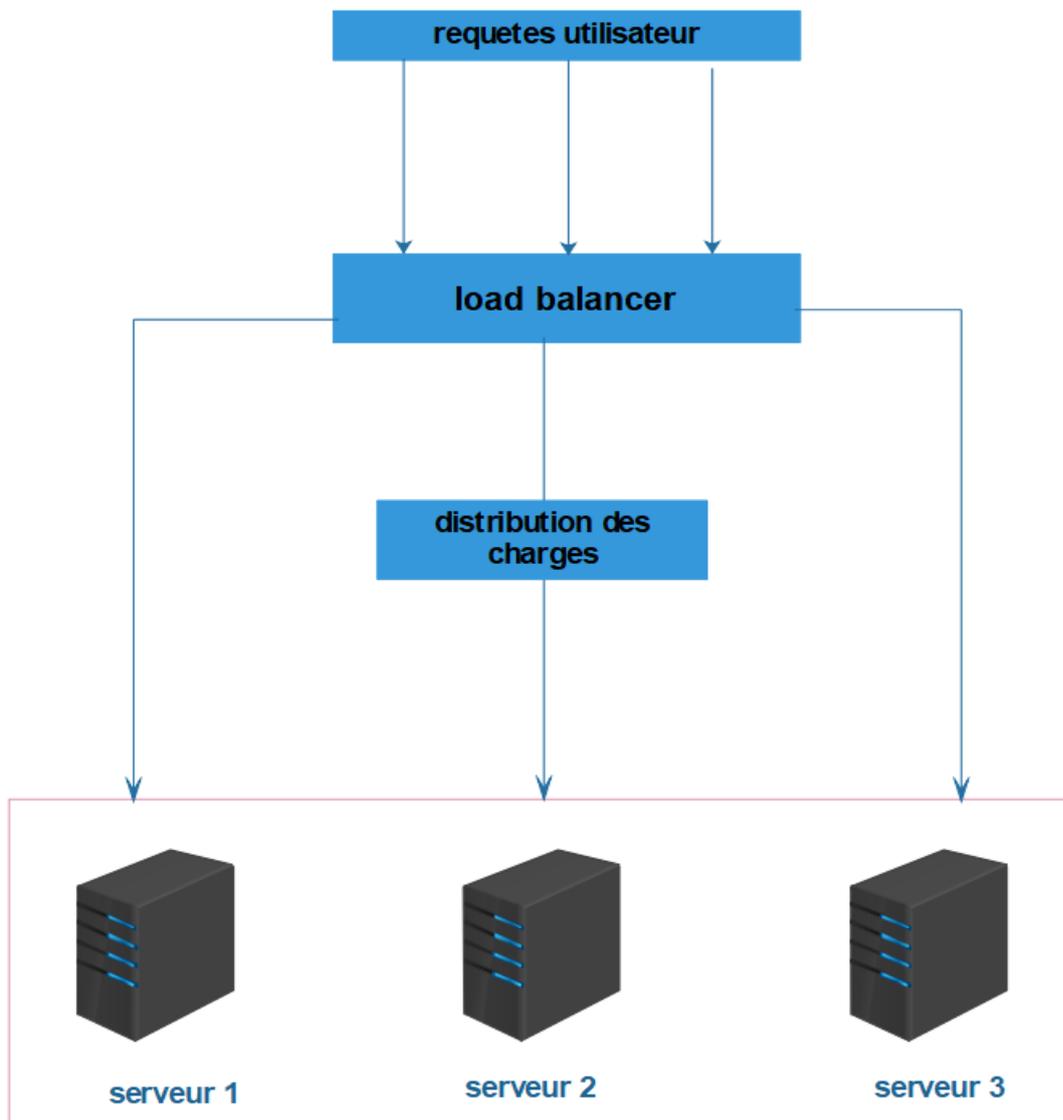


Figure 3.2 : Cluster à haute performance

### 3.2.1 État de l'art Répartition de charge

Il existe plusieurs solutions pour faire de la répartition de charge, la plus basique étant l'utilisation de DNS. Dans cette solution le répartiteur de charge est le serveur DNS. Basé sur la configuration de bind (démon le plus utilisé sous Linux pour le DNS), le serveur DNS permet de résoudre les noms d'hôtes de manière différente à chaque requête. Un nom de domaine est associé à plusieurs adresses IP correspondant à chaque serveur du cluster. Bind, utilise alors un algorithme round-robin pour choisir le serveur destinataire de la requête.

L'avantage de ce système est sa grande simplicité, il suffit d'ajouter quelques lignes à la configuration de bind 4

Sur le serveur DNS. Par contre il ne permet pas de prendre en compte les performances d'un Serveur, ou bien son taux d'occupation, puisque qu'il n'utilise qu'un algorithme round-robin. D'autres solutions permettent de prendre en compte ces problèmes de performance ou de Défaillance de serveurs du cluster. Voici quelques-unes de ces solutions.

- **Pen**

Pen est un load balancer pour les protocoles basés sur TCP. Il permet de distribuer les requêtes de clients sur différents serveurs en gardant une trace de ceux-ci pour renvoyer chaque client vers le serveur qui lui avait été affecté précédemment.

Il intègre également un dispositif simple de haute disponibilité qui, si un serveur est hors service, envoie la requête vers un autre.

Il est possible de faire de la redondance sur pen lui-même en le déployant sur plusieurs serveurs et en utilisant le protocole VRRP3 pour décider lequel est actif. Alors que le monitoring de pen se limite à la couche transport, il est possible de faire du monitoring au niveau applicatif.

- **Balance**

Balance est une solution simple basée sur le niveau utilisateur de la couche OSI, il ne touche pas au kernel. Il offre une solution d'équilibrage de charge mais aussi de proxy TCP. Son Load Balancing est basé sur plusieurs algorithmes (RoundRobin, random, hash, least resources). Il offre une gestion totale via la ligne de commande en plus d'être très léger. Il existe en deux versions, une gratuite (balance) et une commerciale (balanceng).

- **HaProxy**

HAProxy permet de répartir les connexions reçues d'un protocole sur plusieurs serveurs. Il permet aussi de détecter l'indisponibilité d'un des serveurs. Il peut être utilisé pour les applications utilisant TCP. HAProxy sait gérer plusieurs proxy à la fois. C'est un ReverseProxy, surtout utilisé pour les sites Web.

### 3.3 Cluster a haute disponibilité

L'objectif d'un cluster de haute disponibilité est de faire en sorte que les ressources critiques atteignent la disponibilité maximale possible. Cet objectif est atteint en installant un logiciel de cluster sur plusieurs serveurs . Ce logiciel surveille la disponibilité des nœuds du cluster, et la disponibilité des services qui sont gérés par le cluster. Si un serveur tombe en panne, ou si la ressource cesse, le cluster Ha le remarque et s'assure que la ressource est redémarrée ailleurs dans le cluster, de tel sorte qu'il peut être utilisé à nouveau après une interruption minimale.

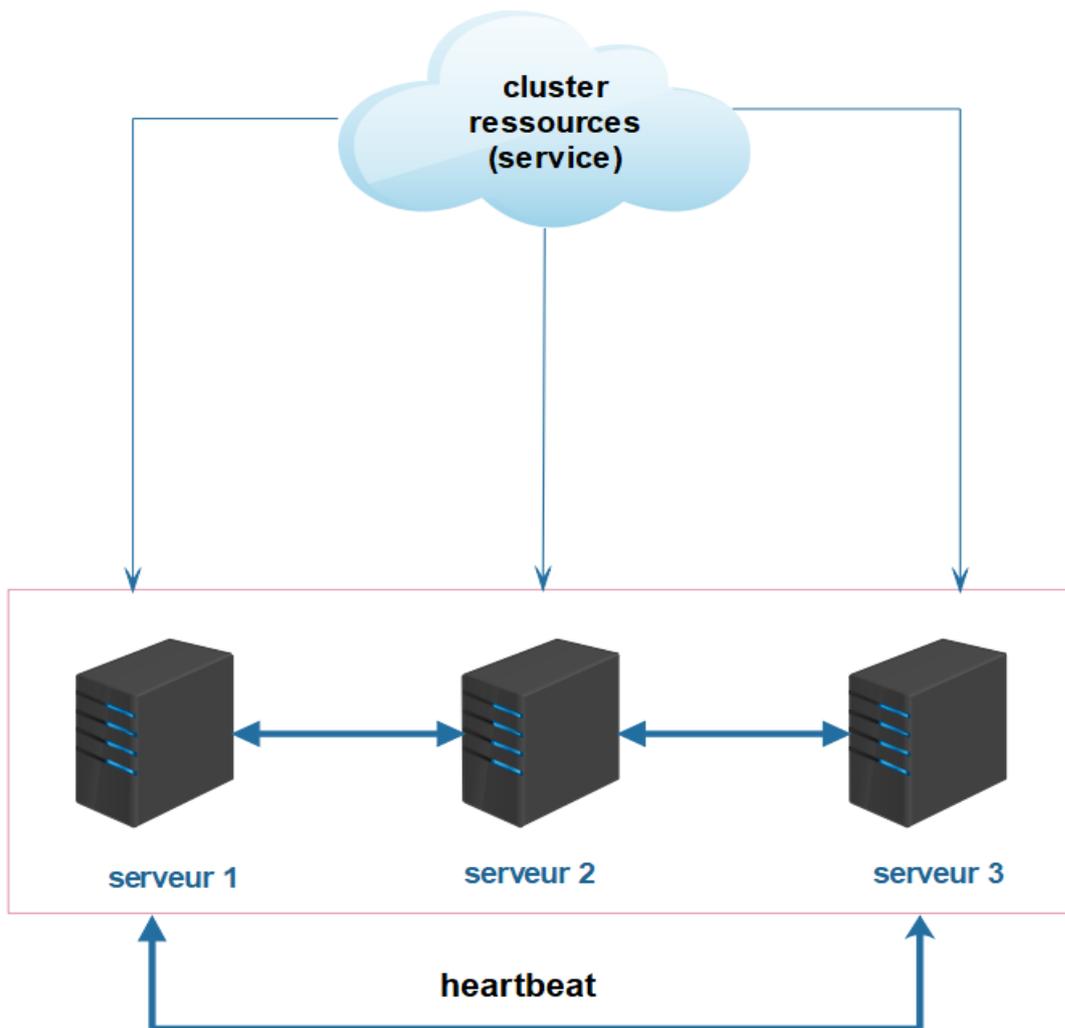


Figure 3.3 : Cluster a haute disponibilité

### 3.3.1 État de l'art haute disponibilité

La haute disponibilité permet d'obtenir un temps d'indisponibilité minimal grâce à des principes simples tels que la redondance de l'ensemble du matériel et des services afin de limiter les SPOF (Single Point of Failure). Il est ainsi systématique dans ce type de configuration de pratiquer de la réplication de données ainsi que de mettre en place des technologies telles que le RAID afin d'éviter les pertes de données.

- **Drbd**

DRBD (Distributed Replicated Block Device) est un mécanisme de réplication de données localisées sur deux serveurs distincts par voie réseau. Quand une écriture a lieu sur le disque du serveur maître, l'écriture est simultanément réalisée sur le serveur esclave. La synchronisation est faite au niveau de la partition. Le mécanisme DRBD fournit une approche du périphérique partagé, mais ne nécessite aucun matériel spécifique. En effet, il utilise simplement le protocole IP pour le transport des données, ce qui s'avère moins coûteux en matériels que les périphériques de stockage réseau (NAS, SAN).

- **Heartbeat**

Heartbeat est un système de gestion de la haute disponibilité. Heartbeat met en place un système de clustering en haute disponibilité basé sur le principe des battements de cœur. Il exécute des scripts d'initialisations lorsqu'une machine <<tombe>> (plus d'entente du battement de cœur) ou est à nouveau disponible (battement de cœur retrouvé). Il permet aussi de Changer d'adresse IP entre plusieurs machines à l'aide de mécanismes ARP avancés. Heartbeat fonctionne à partir de deux machines et peut être mis en place pour des architectures réseaux plus complexes.

- **Mysql Replication**

MySQL supporte la réplication unidirectionnelle interne. Un serveur sert de maître, et les autres serveurs servent d'esclaves. Le serveur entretient des logs binaires de toutes les modifications qui surviennent. Il entretient aussi un fichier d'index des fichiers de logs binaires, pour garder la trace de la rotation des logs. Chaque esclave, après connexion réussie au serveur maître, indique au maître le point qu'il avait atteint depuis la `_n` de la dernière réplication, puis rattrape les dernières modifications qui ont eu lieu, puis se met en attente des prochains événements en provenance du maître. Ce sera donc une solution de haute disponibilité, l'équilibrage de charge ne sera pas mis en place sur les bases de données.

## 4. cluster Microsoft(MSCS)

### 4.1 Terminologie de l'organisation en clusters [28]

Lorsqu'un ordinateur appartient à un cluster, il est appelé nœud ou système. Le service de cluster fait référence à l'ensemble des composants clés présents sur chaque nœud qui exécutent une activité spécifique au cluster, tandis que les ressources sont les composants matériels et logiciels du cluster qui sont gérés par le service de cluster. Une ressource est dite connectée lorsqu'elle est disponible et qu'elle fonctionne normalement dans le cluster.

Les ressources peuvent être des périphériques tels que des lecteurs de disques ou des cartes réseau ou bien des éléments logiques comme des adresses Internet (IP), des applications ou des bases de données d'applications. Un groupe de ressources est un ensemble de ressources gérées par le service de cluster comme une seule unité logique. Il contient tous les éléments nécessaires au serveur et au client d'une application spécifique pour que celle-ci soit correctement utilisée. Lorsqu'une opération du service de cluster est exécutée sur un groupe de ressources, l'opération affecte toutes les ressources constituant ce groupe.

#### 4.1.1 Clusters de serveurs

Le modèle utilisé pour la conception du service de cluster s'appuie sur l'architecture de cluster dite aucun partage. Ce modèle qualifie un mode de gestion et d'utilisation du système local, des périphériques et des ressources d'un cluster par les serveurs de ce cluster. Dans le cluster dit aucun partage, chaque serveur possède et gère ses propres périphériques locaux. Les périphériques communs au cluster, un lecteur de disques partagé par exemple et les connecteurs, sont, à un instant donné, la propriété d'un seul serveur qui les gère.

Le modèle dit aucun partage simplifie la gestion des périphériques de disques et des applications standard. Ce modèle ne nécessite aucun câblage ni aucune application spécifique et permet au service de cluster de prendre en charge les applications et les périphériques de stockage sur disque conçus pour Windows server.

Le service de cluster prend en charge les pilotes Windows server pour les périphériques de stockage et les connexions de médias sur serveurs locaux. Les périphériques de stockage externes, partagés sur le cluster, requièrent toutefois des périphériques SCSI. Le service de cluster prend en charge les connexions SCSI PCI standard, y compris SCSI sur Fibre Channel et bus SCSI à multidéclencheur. En fait, ceci ne change pas fondamentalement la façon dont le service de cluster utilise les connexions des médias et des périphériques. Les connexions

optiques sont des périphériques SCSI hébergés sur un bus optique au lieu d'un bus SCSI. En théorie, la technologie Fibre Channel intègre les commandes SCSI dans le câble optique et les commandes SCSI utilisées par le service de cluster telles que Réserver/ Libérer et Réinitialisation du bus. Ces commandes fonctionnent comme en SCSI standard (non optique).

#### 4.1.2 Serveurs virtuels

Les applications et les services qui s'exécutent sur un nœud du cluster sont, pour les utilisateurs et les stations de travail, des serveurs virtuels. Les utilisateurs et les clients qui se connectent à une application ou à un service s'exécutant sur un cluster ont l'impression de se connecter à un serveur physique unique. En réalité, la connexion s'établit avec un serveur virtuel qui peut être hébergé sur un nœud quelconque du cluster.

Les applications qui s'exécutent sur les différents nœuds d'un cluster sont gérées par le service de cluster et constituent un serveur virtuel unique. Les serveurs virtuels multiples représentant plusieurs applications peuvent être hébergés sur un cluster.

Les connexions clientes au serveur virtuel sur un réseau TCP/IP sont établies par une session cliente qui ne connaît que l'adresse IP publiée par le service de cluster comme adresse de serveur virtuel. Le service de cluster gère l'adresse IP comme une ressource appartenant à un groupe de ressources d'applications

En cas de défaillance d'une application ou d'un serveur, le service de cluster déplace la totalité du groupe de ressources sur un autre nœud du cluster. Lorsqu'une défaillance se produit, le client détecte la panne pendant l'exécution de l'application et se reconnecte comme il l'a fait initialement. Étant donné que le service de cluster ne fait que réattribuer l'adresse IP du serveur virtuel à un nœud du cluster en état de marche, la session cliente peut rétablir la connexion à l'application sans savoir que celle-ci est maintenant hébergée sur un nœud différent.

#### 4.1.3 Groupe de ressources

Les serveurs virtuels du service de cluster sont des groupes de ressources. Un groupe de ressources ne peut appartenir qu'à un seul nœud à la fois et les ressources individuelles d'un groupe doivent être présentes sur le nœud auquel appartient le groupe. À un instant donné, les ressources d'un même groupe ne peuvent pas être possédées simultanément par plusieurs serveurs.

Chaque groupe dispose d'une stratégie de cluster indiquant un serveur privilégié ainsi que le serveur qui devra prendre le relais en cas de défaillance. Chaque groupe a également un nom et une adresse de service réseau permettant aux clients de se lier aux services du groupe de ressources. En cas de panne, les groupes de ressources peuvent être basculés ou déplacés en tant qu'unités composantes du nœud défaillant sur un autre nœud disponible du cluster.

#### 4.2 Architecture du service de cluster

Le service de cluster est un ensemble isolé de composants fonctionnant avec le système d'exploitation. Ceci évite d'introduire des dépendances de planification de traitement complexes entre le service de cluster et le système d'exploitation. Il a toutefois été nécessaire d'apporter quelques modifications au système d'exploitation standard pour que les fonctionnalités d'organisation en clusters puissent être implémentées. Parmi celles-ci, on trouve :

- Prise en charge de la création et de la suppression dynamiques des noms et adresses réseau
- Modification du système de fichiers pour permettre la fermeture des fichiers ouverts pendant le démontage des lecteurs de disques
- Modification du sous-système d'Entrée/Sortie pour permettre à plusieurs nœuds de se partager des disques et des ensembles de volumes

#### 4.3 Composants de cluster [29]

Le service de cluster est constitué de plusieurs composants et processus étroitement liés et fonctionnant ensemble :

##### 4.3.1 Gestionnaire de nœuds

Le gestionnaire de nœuds s'exécute sur chaque nœud et gère une liste locale des nœuds appartenant au cluster. À intervalles réguliers, le gestionnaire de nœuds envoie des messages, appelés pulsations, à ses homologues sur les autres nœuds du cluster afin de détecter d'éventuelles défaillances de nœuds. Il est essentiel que tous les nœuds du cluster aient toujours exactement la même liste d'appartenance au cluster.

Si l'un des nœuds détecte une défaillance de communication avec un autre nœud du cluster, il diffuse un message à tout le cluster et tous les membres vérifient leur liste d'appartenance. Ceci porte le nom d'événement de regroupement. Le service de cluster interdit toute opération

d'écriture sur les périphériques de disques qui sont partagés par tous les nœuds du cluster tant que la liste d'appartenance n'est pas stabilisée. Si l'un des gestionnaires de nœuds ne répond pas, il est retiré du cluster et ses groupes de ressources actives sont déplacés sur un nœud actif.

#### **4.3.2 Gestionnaire de la base de données de configuration**

Le gestionnaire de la base de données de configuration met en oeuvre les fonctions requises pour conserver la base de données de configuration du cluster. La base de données de configuration contient des informations sur toutes les entités physiques et logiques d'un cluster. Ces entités sont le cluster lui-même, les listes de nœuds appartenant au cluster, les types de ressources et la description des ressources spécifiques, comme par exemple les disques et les adresses IP.

Les informations permanentes et volatiles stockées dans la base de données de configuration sont utilisées pour le suivi de l'état actuel et de l'état souhaité du cluster. Les gestionnaires de bases de données de configuration de chaque nœud coopèrent afin de maintenir la cohérence des informations de configuration au sein du cluster. Les enregistrements sont effectués en une seule phase pour assurer l'uniformité des copies de la base de données de configuration sur tous les nœuds. Le gestionnaire de la base de données de configuration fournit également une interface à cette base de données, pouvant être utilisée par les autres composants du service de cluster.

#### **4.3.3 Gestionnaire de journal**

Le gestionnaire de journal vérifie régulièrement la copie de la base de données du cluster présente sur chaque nœud pour en assurer l'uniformité. Le gestionnaire de journal et le gestionnaire des points de vérification vérifient que le journal de récupération de la ressource quorum contient les informations les plus récentes sur la base de données.

#### **4.3.4 Gestionnaire des points de vérification**

Les applications qui utilisent le cluster stockent des informations dans la base de données de configuration. Il est toutefois possible, pour les applications qui n'utilisent pas le cluster, de stocker des informations dans le registre de nœud. Le gestionnaire des points de vérification conserve les informations du registre de nœud dans le journal de récupération de la ressource quorum. Ces informations portent le nom de point de vérification. Le gestionnaire des points

de vérification écrit des points de vérification à partir de la clé de Registre des ressources désignées vers le disque quorum. Ceci garantit que le journal des récupérations de la ressource quorum contient les informations les plus récentes sur la base de données du cluster.

#### **4.3.5 Gestionnaire de ressources**

Le gestionnaire de ressources décide de l'arrêt et du démarrage des ressources, gère leurs dépendances et déclenche le basculement des groupes de ressources. Les moniteurs de ressources et le gestionnaire de nœuds lui envoient des informations sur les ressources et l'état du système. Il utilise ces informations pour prendre des décisions concernant les groupes de ressources.

#### **4.3.6 Gestionnaire de basculement**

Le gestionnaire de basculement choisit les nœuds auxquels un groupe de ressources doit appartenir. Lorsque l'arbitrage des groupes de ressources est terminé, les nœuds possédant un groupe de ressources individuelles cèdent le contrôle de ces ressources à leur gestionnaire de ressources respectif. Lorsque des défaillances de ressources surviennent dans un groupe ne peuvent pas être gérées par le nœud auquel il appartient, les gestionnaires de basculement de chaque nœud du cluster collaborent pour réarbitrer l'appartenance du groupe de ressources.

En cas de défaillance d'une ressource, le gestionnaire de ressources peut la redémarrer ou bien déconnecter cette ressource et ses ressources dépendantes. Si le gestionnaire de ressources déconnecte la ressource défaillante, il indique au gestionnaire de basculement que la propriété de cette ressource doit être déplacée sur un autre nœud et qu'elle doit être redémarrée sous la propriété du nouveau nœud. Cette opération porte le nom de basculement

#### **4.3.7 Processeur d'événements**

Le processeur d'événements joue le rôle d'un commutateur électronique envoyant des événements entre les applications et les composants du service de cluster qui s'exécutent sur les nœuds du cluster. Le processeur d'événements assure divers services comme l'envoi d'événements signaux à des applications utilisant le cluster ainsi que la conservation d'objets du cluster. Le processeur d'événements est le point d'entrée initial donnant accès à un cluster de serveurs. Lorsque le service de cluster démarre sur un nœud, le statut externe du nœud est déconnecté jusqu'à ce que le processeur d'événements appelle le gestionnaire de nœuds pour démarrer le processus de jonction ou de formation du cluster.

Pour les autres nœuds du cluster et pour les interfaces de gestion du service de cluster, un nœud peut présenter trois états distincts. Ces états sont visibles par les autres nœuds du cluster et sont gérés par le processeur d'événements. Il s'agit des trois états suivants :

- **Déconnecté.** Le nœud n'est pas un membre totalement actif du cluster. Le nœud et son service de cluster peuvent fonctionner ou non.
- **Connecté.** Le nœud est un membre pleinement actif du cluster. Il respecte les mises à jour des bases de données du cluster, il participe aux votes de l'algorithme quorum, il conserve les pulsations et peut posséder et exécuter des groupes de ressources.
- **En pause.** Le nœud est un membre pleinement actif du cluster. Il respecte les mises à jour des bases de données du cluster, il participe aux votes de l'algorithme quorum et conserve les pulsations, mais il ne peut ni posséder, ni exécuter de groupes de ressources. Cet état permet d'exécuter certaines opérations de maintenance. Les états Connecté et En pause sont considérés comme équivalents par la majorité des composants du service de cluster.

#### 4.3.8 Gestionnaire de communications

Le service de cluster de chaque nœud communique en permanence avec le service de cluster s'exécutant sur les autres nœuds. Dans les clusters à 2 ou à 4 nœuds, la communication est intégrale. Cela signifie que chaque nœud est en communication directe avec tous les autres. La communication intra-cluster repose sur des mécanismes RPC qui garantissent une transmission fiable de chaque message exactement 1004246894 de fois.

#### 4.3.9 Gestionnaire de mise à jour globale

Le gestionnaire de base de données de configuration utilise les services de mise à jour assurés par le gestionnaire de mise à jour globale pour dupliquer les modifications apportées à la base de données du cluster de manière uniforme vers tous les nœuds.

#### 4.3.10 Moniteurs de ressources

Les moniteurs de ressources sont des couches de communication passives ne déclenchant aucune opération mais agissant comme intermédiaire entre le service de cluster et les DLL (bibliothèques de liens dynamiques) de ressources. Lorsque le service de cluster émet une requête sur une ressource, le moniteur de ressources transfère cette requête à la DLL de ressources appropriée. Lorsqu'une DLL de ressources doit indiquer un état ou notifier le

service de cluster d'un événement, le moniteur de ressources vérifie que les informations sont correctement diffusées.

Le moniteur de ressources s'exécute selon un processus distinct du service de cluster afin de le protéger contre toute défaillance de ressources et de pouvoir agir en cas de panne du service de cluster. Le moniteur de ressources détecte les pannes du service de cluster et y répond en déconnectant toutes les ressources et les groupes du nœud affecté.

Chaque nœud de cluster exécute un ou plusieurs moniteurs de ressources. Par défaut, le service de cluster ne démarre qu'un seul moniteur de ressources qui doit intervenir avec toutes les autres ressources hébergées sur le nœud.

## **4.4 Formation et fonctionnement d'un cluster [29]**

### **4.4.1 Création d'un cluster**

Le service de cluster comporte un utilitaire d'installation permettant aux administrateurs d'installer le logiciel sur un ordinateur et de créer un nouveau cluster. Pour créer un nouveau cluster, l'utilitaire est exécuté sur l'ordinateur sélectionné comme premier membre du cluster. Pour définir le nouveau cluster, il faut lui attribuer un nom et créer sa base de données ainsi que sa liste initiale d'appartenance.

L'étape suivante consiste pour l'administrateur à ajouter les périphériques qui seront partagés par tous les membres du cluster. Le nouveau cluster possède ainsi un nœud unique, ses propres périphériques de stockage local de données et des ressources partagées, généralement des périphériques de stockage de données ou de stockage sur disque et les connecteurs.

La dernière étape consiste à exécuter l'utilitaire d'installation sur chaque ordinateur qui fera partie du cluster. Chaque fois qu'un nouveau nœud est ajouté au cluster, il reçoit automatiquement une copie de la base de données existante à partir du premier membre du cluster.

### **4.4.2 Participation à un cluster**

Le service de cluster est lancé sur chaque nœud par le gestionnaire de services de contrôle de Windows server. Après le démarrage du service de cluster, celui-ci configure et monte ses

périphériques locaux non partagés. Pendant le processus de démarrage, le nœud laisse hors connexion les périphériques de l'ensemble du cluster car d'autres nœuds peuvent être en train de les utiliser. Chaque nœud suit un processus de découverte pour détecter les autres membres du cluster. Lorsqu'un nœud découvre un membre du cluster, il exécute une séquence d'authentification.

Le membre initial du cluster tente d'authentifier le nouveau membre et renvoie un message de succès, le cas échéant. Si le nouveau nœud ne peut pas être reconnu comme membre du cluster, ou si le mot de passe du compte est incorrect, la requête de participation au cluster est refusée. Après le succès de l'authentification, la base de données de cluster du nouveau nœud est vérifiée. Si elle n'est pas à jour, le nœud qui effectue l'authentification envoie au nouveau serveur une copie de la base de données à jour. Une fois reçue, cette copie permet de détecter les ressources partagées et de les connecter selon les besoins.

#### **4.4.3 Formation d'un cluster**

Dans chaque cluster, une ressource est désignée comme ressource quorum. La ressource quorum maintient l'intégrité des données et l'unité du cluster, et joue un rôle essentiel dans les opérations de cluster. Elle doit être présente pour permettre certaines opérations telles que la formation d'un cluster ou la participation à un cluster existant.

La ressource quorum joue un rôle essentiel lors de la création d'un cluster ou lorsque la communication réseau entre les nœuds d'un cluster échoue temporairement pour éviter la formation de plusieurs clusters par le même groupe de nœuds. Pour former un cluster, un nœud doit posséder la ressource quorum et procéder à son arbitrage. Par exemple, si un nœud ne parvient pas à détecter un cluster pendant le processus de découverte, il tente de former son propre cluster en accédant à la ressource quorum.

#### **4.4.4 Abandon d'un cluster**

Lorsqu'un nœud quitte un cluster dans le cas d'une fermeture planifiée, il envoie un message du type ClusterExit à tous les autres membres du cluster pour les en avertir. Sans attendre de réponse, le nœud ferme immédiatement ses ressources et arrête toutes les connexions au cluster. Puisqu'ils ont reçu le message d'abandon, les autres nœuds n'effectuent pas le processus de regroupement permettant d'établir les appartenances au cluster qui s'effectue normalement lorsqu'un nœud tombe en panne ou lorsque les communications réseau sont interrompues.

#### 4.5 Administration d'un cluster

Le service de cluster fournit une interface d'automatisation pour l'administration des ressources, des nœuds et du cluster lui-même. Les applications et les outils d'administration, comme par exemple l'Administrateur de cluster, peuvent accéder à cette interface par l'intermédiaire des appels de procédure distante, que l'outil s'exécute sur un nœud du cluster ou sur un ordinateur externe. L'interface d'administration compte plusieurs catégories, chacune étant associée à un composant spécifique du cluster : les nœuds, les ressources, les groupes de ressources et le cluster lui-même.

### 5. Windows server 2012 r2 [30]

#### 5.1.1 Présentation

Windows Server 2012 R2 fournit à un administrateur une plateforme complète, au niveau administration de domaine AD, virtualisation ou mise en place d'un cloud. Le système d'exploitation nous offre une plateforme de virtualisation et cette dernière permet la création d'un environnement totalement isolé. L'environnement s'adapte désormais aux besoins afin de garantir une fiabilité et une performance optimale des ressources. L'amélioration de PowerShell passé en version 4, apporte de nouvelles commandes aux administrateurs des serveurs. L'automatisation des tâches est maintenant possible en utilisant des scripts PowerShell (toutes les actions réalisables dans Hyper-V peuvent être effectuées à l'aide de commandes PowerShell). Une nouvelle interface est présente, l'interface Windows 8.1. Comme pour les postes clients, le menu Démarrer a été repensé. Le bouton démarrer est maintenant visible depuis la barre des tâches. De plus, dans l'interface Windows 8.1, apparaît une flèche vers le bas qui permet l'accès à toutes les applications présentes sur le poste.

#### 5.1.2 Les différentes éditions de Windows server 2012 R2

Windows server 2012 R2 est disponible en quatre versions. Chacune offre plus ou moins de fonctionnalités.

- **Windows server 2012 R2 Foundation** : utile pour de petites entreprises mettant en place leur premier serveur. Toutes les fonctionnalités essentielles sont présentes. Cette licence a une limitation de 15 utilisateurs par serveur. Elle est accessible à l'heure où ces lignes sont écrites uniquement en OEM.

- **Windows server 2012 R2 Essentials** : à destination des petites et moyennes entreprises comme pour la version Foundation, elle accorde une limitation plus grande en autorisant 25 utilisateurs.
- **Windows server 2012 R2 Standard Edition** : elle peut être utilisée pour des entreprises ayant peu de serveurs virtualisés. Toutes les fonctionnalités sont présentes. Cette version est composée de deux licences pour de VM en plus de la machine hôte.
- **Windows server 2012 R2 Datacenter** : utile pour les environnements de Cloud hybride ou utilisant un nombre important de machines virtuelles, elle donne accès à l'ensemble des fonctionnalités ainsi qu'à un droit de virtualisation illimité.

### 5.1.3 Rôles et fonctionnalités

Les rôles et fonctionnalités ci-dessous ne sont qu'une petite liste de ceux présents dans Windows server 2012 R2

- **Active Directory Domain Service (AD DS)**

Permet le stockage des informations d'identification des utilisateurs et ordinateurs du domaine. Ce rôle est exécuté par un serveur portant le nom de contrôleur de domaine. Ce dernier a pour fonction d'authentifier des utilisateurs et ordinateurs présents sur le domaine AD.

Ce rôle peut être installé sur un serveur ne possédant pas d'interface graphique.

- **Chiffrement de données BitLocker**

BitLocker permet le chiffrement de chaque volume afin d'éviter une fuite des données en cas de perte ou de vol de la machine. Une vérification du système d'amorçage nécessite la présence d'une puce TPM sur la machine.

- **Clustering avec basculement**

Permet à des serveurs de fonctionner ensemble, ceci afin d'offrir une haute disponibilité. En cas de panne de l'un des serveurs, la continuité de service est assurée par les autres.

- **Equilibrage de la charge réseau**

Permet la distribution du trafic afin d'éviter une saturation d'un des serveurs.

## 6. Exchange server 2013 [31]

### 6.1 Présentation

Microsoft Exchange Server est un logiciel de groupe de travail pour serveurs de messagerie électronique créée par Microsoft. Produit de la gamme Microsoft, il est conçu pour la messagerie électronique, mais aussi pour la gestion d'agenda, des contacts et des tâches, qui assure le stockage des informations et permet des accès à partir de clients mobiles (Outlook Mobile Access, Exchange Active Sync) et de clients Web (Navigateurs tels qu'Internet Explorer, Firefox, Safari...).

### 6.2 Rôle exchange server 2013

**Hub Transport Service** : Il correspond virtuellement à l'ancien rôle HUB Transport sur Exchange sur les versions 2007/2010 et il s'exécute sur le serveur Mailbox. Sa gestion concerne l'ensemble du flux de mail de l'organisation Exchange. Il permet de faire une catégorisation et une inspection du contenu des mails. Ce service ne communique pas avec les bases de données mais il se sert du Mailbox Transport.

Grâce à lui un routage des mails entre les services Front-End Transport et Mailbox Transport est possible.

**Mailbox Transport Service** : C'est un service qui tourne sur le serveur Mailbox est constitué en deux autres services distincts :

**Mailbox Transport Submission Service** : C'est un service qui se connecte à la base de données Exchange via du RPC pour récupérer les mails et transférer les messages via le SMTP au service HUB.

**Mail Transport Delivery Service** : C'est un service qui réceptionne les messages SMTP depuis le Hub Transport et se connecte à la base de données Exchange via du RPC pour délivrer le mail.

**Mailbox Transport** : pour traiter les mails qui sont internes aux organisations.

**Front-End Transport Service** : Ce service s'exécute sur les serveurs CAS et s'occupe du trafic SMTP entrant et sortant de l'organisation Exchange. Il ne peut que filtrer les mails (expéditeurs, noms de domaines, destinataires...). Ce service communique uniquement avec le service Hub Transport situé sur un serveur Mailbox. Il n'a pas de queue locale.

**Conclusion**

Durant ce chapitre, nous avons présenté certaines notions sur le clustering, ainsi les rôles et les fonctionnalités de Windows server et Exchange qui nous permet d'implanter une infrastructure virtualisée de clustering à basculement.

La suite de notre travail consiste à implémenter une infrastructure hautement disponible de serveurs de messagerie.

# CHAPITRE 4

---

## Réalisation

## Introduction

Après avoir présenté les éléments nécessaires à notre travail, vient alors l'étape de la réalisation où l'on va présenter notre environnement de travail, ensuite nous présenterons la façon dont la solution fonctionne avec ses différentes interfaces.

### 1. Présentation de la haute disponibilité sur Microsoft exchange 2013 (DAG)

Un groupe de disponibilité de base de données (DAG) est composé d'un maximum de 16 serveurs de boîtes aux lettres Microsoft Exchange Server 2013 qui permettent une récupération automatique au niveau de la base de données en cas de défaillance d'une base de données, d'un serveur ou du réseau. Lorsqu'un serveur de boîtes aux lettres est ajouté à un groupe de disponibilité de base de données, il fonctionne avec les autres serveurs du DAG pour assurer la récupération automatique des défaillances de la base de données, du serveur ou du réseau.

#### 6.3 Les rôles de exchange2013

- **Le rôle client Access :** ce rôle est comme un proxy qui se charge de recevoir les connexions utilisateurs (Client Lourd, léger ou ActiveSync) pour les rediriger vers le Mailbox Server.
- **Le rôle mailbox :** ce rôle est celui qui héberge les banques de boîtes aux lettres et de dossiers publics.

### 2. Présentation des logiciels et matériels utilisés :

Durant la réalisation de notre travail, nous avons utilisé un micro-ordinateur possédant les caractéristiques suivantes :

- Un microprocesseur Intel CORE i7.
- Une RAM de 8Go.
- Disque dur de 1000 Go.

Ainsi que le système d'exploitation **Windows 10 Edition professionnel** sur lequel sont installés les logiciels suivants :

- **VMware Workstation 12 Pro:** VMware crée un environnement clos dans lequel sont disponibles un, deux, quatre ou huit processeur(s) (vCPU), des périphériques et un BIOS virtuel.
- **Windows Server 2012.**
- **Exchange Server 2013.**

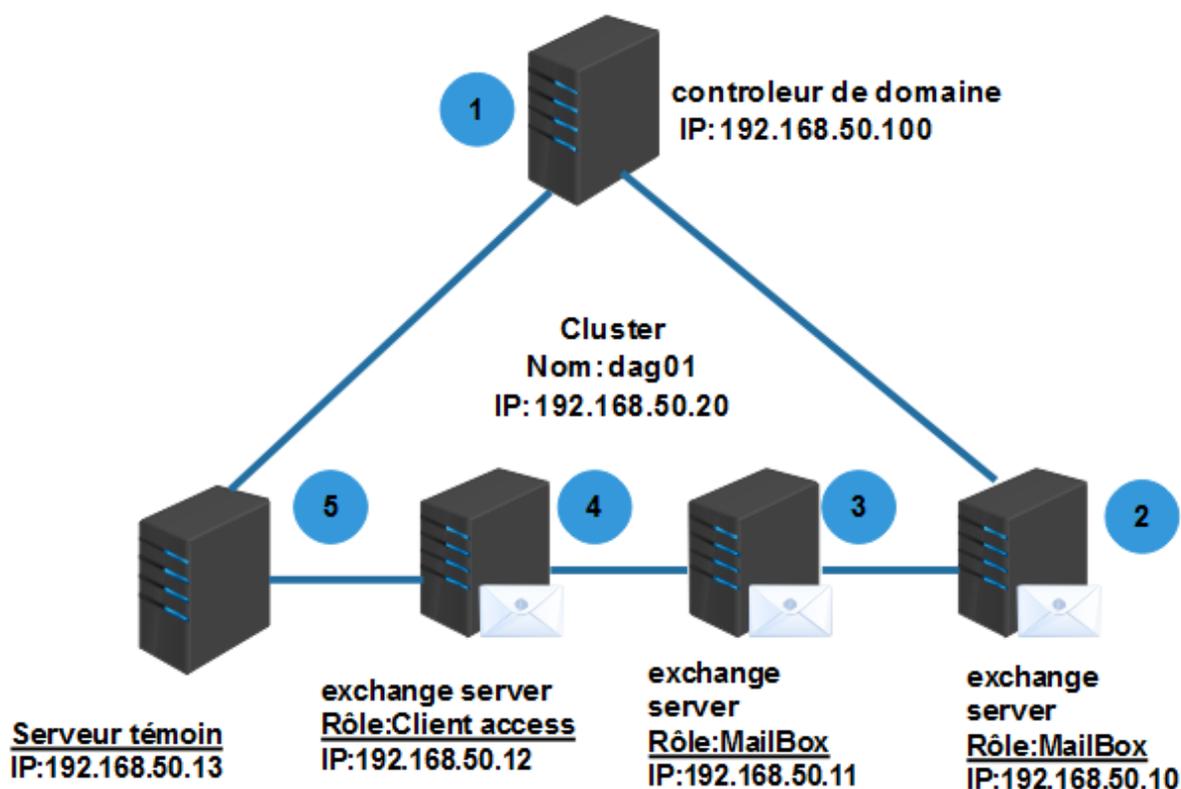


Figure 4.1:schéma physique de l'infrastructure

### 3. Présentation des étapes de configuration d'une infrastructure haute disponibilité avec windows server 2012 r2 et exchange server 2013

Dans cette section, nous allons présenter les différentes étapes du processus de création d'un **DAG**. Avec Microsoft exchange 2013

Les différentes étapes sont détaillées et structurées comme suite :

- Installation de la VMware Workstation 12 Pro.
- Création de 5 machines virtuelles sur lesquelles est installé Windows Server 2012.

- Modifier les paramètres des cartes réseau des serveurs.
- Installation et promotion du contrôleur de domaine.
- Ajout les machine 2, 3, 4 et 5 au domaine crée.
- Attribution des rôles aux machines créée comme suite :
  - Machine 1 : contrôleur de domaine
  - Machine 2 : installation d'échange server 2013 avec le rôle mailbox
  - Machine 3 : installation d'échange server 2013 avec le rôle mailbox
  - Machine 4 : installation d'échange server 2013 avec le rôle client access
  - Machine 5: création d'un dossier partager

**étape 1:création des machines virtuelles et installation de windows server 2012 r2**



**étape 2 :configuration réseau et installation des rôles exchange server 2013**



**étape 3 :création de DAG sur le serveur qui contient le rôle client access et duplication des bases de données mailbox**



**étape 4 :Réalisation d'un test en procédant à l'arrêt d'un serveur mailbox (mailbox01) qui contient une base de données d'un client outlook**

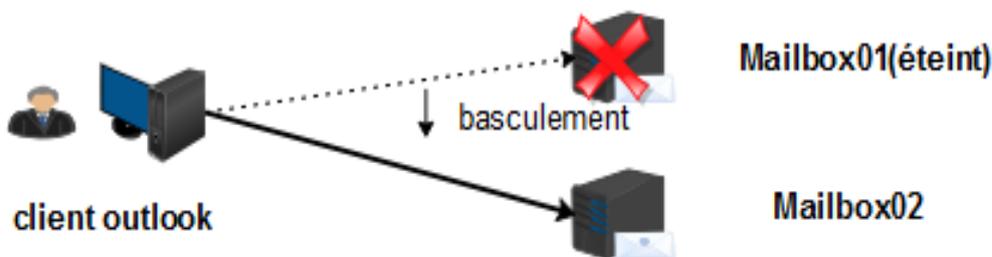


Figure 4.2: schéma logique de l'infrastructure

#### 4. Installation de VMware Workstation 12 Pro et Windows server 2012

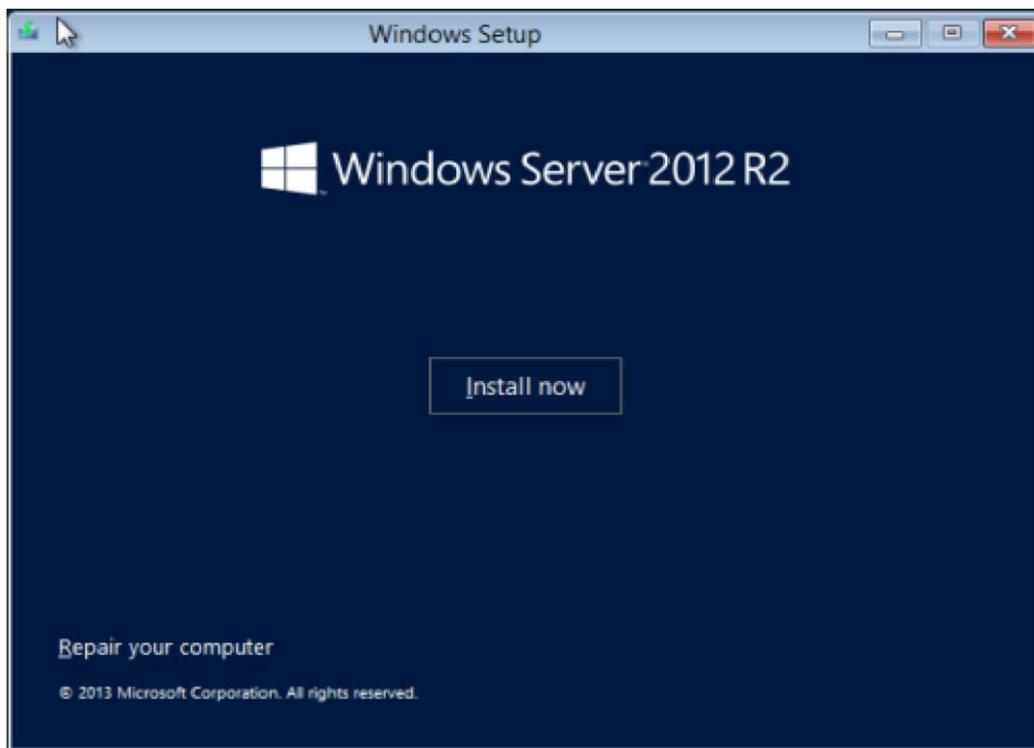
Afin de faire fonctionner les différents serveurs sur notre machine physique, nous avons procédé par l'installation de l'outil de virtualisation VMware.

- Installation de Windows Server 2012 R2

Pour que nous puissions réaliser notre travail, nous avons besoin de créer 5 machines virtuelles sur lesquelles nous installer Windows Server 2012 R2.

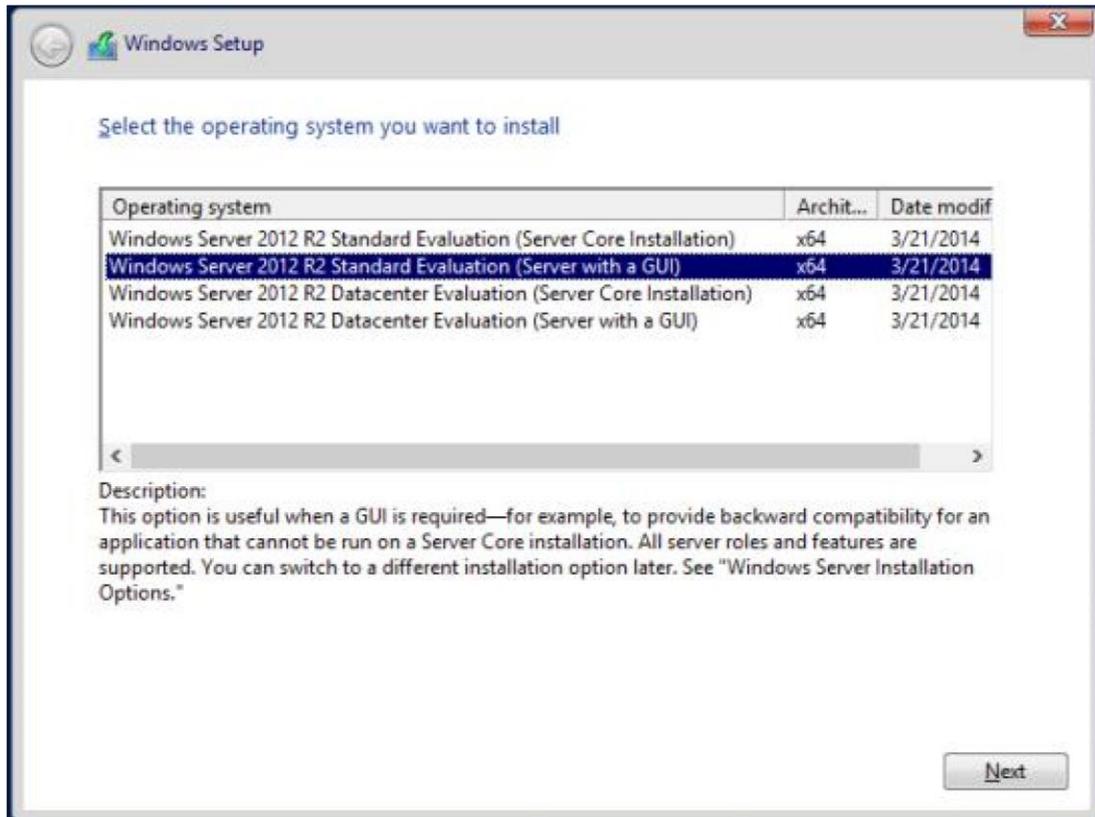
Parmi ces machines, la première représentera le contrôleur du domaine où sera installé l'Active Directory Domain Service.

Les images suivantes illustrent les différentes étapes d'installation.



Afin d'installer Windows Server 2012 R2, nous cliquons sur Install now.

Une fois cette étape franchie, une autre fenêtre s'affiche. Elle nous demande de choisir la version de Windows Server à installer et nous choisissons la version Datacenter avec une interface graphique (Server with GUI) et nous cliquons sur next.



#### 4. Modifier les paramètres des cartes réseaux

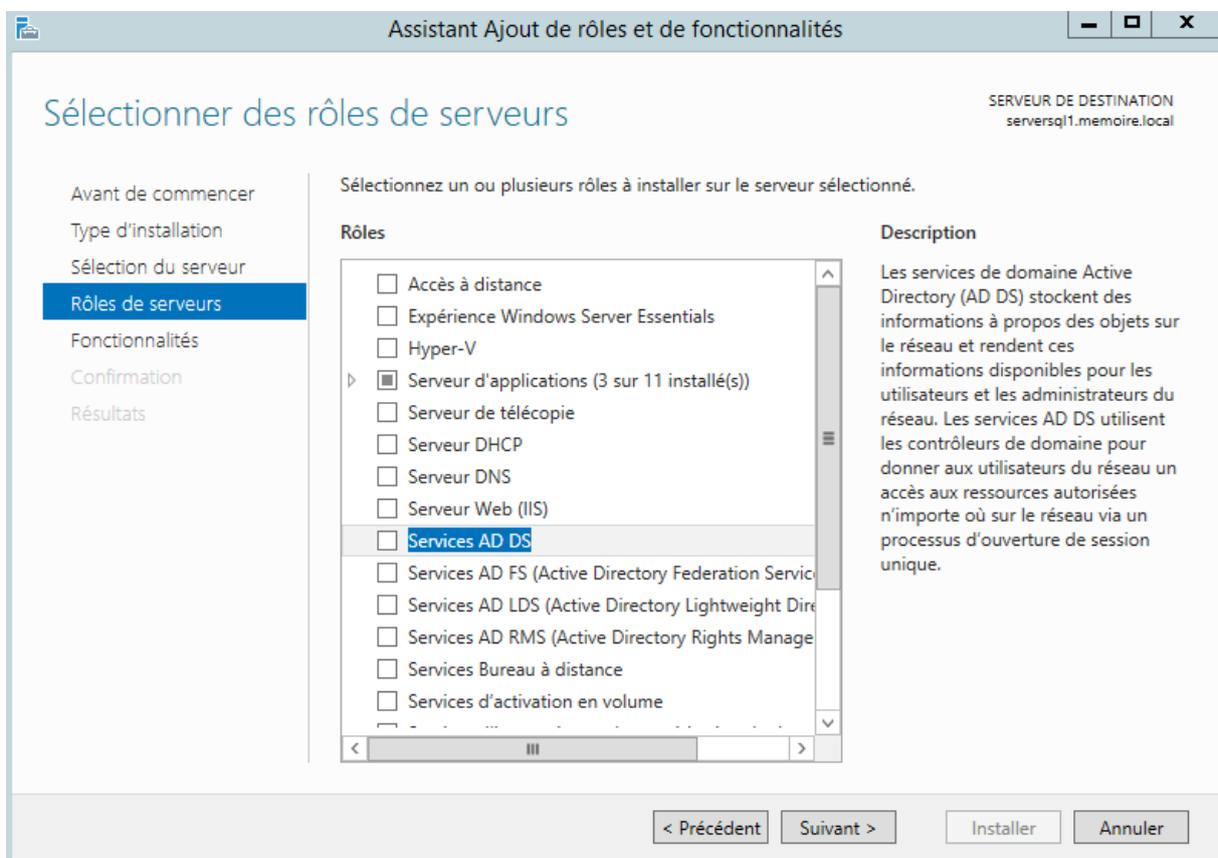
Avant d'entamer la configuration des machines virtuelles, nous devons préparer un plan d'adressage afin d'attribuer à chaque machine son adresse IP pour assurer la communication entre elles et bien configurer le réseau.

Pour bien structurer notre travail, nous avons organisé adressage réseau selon le schéma suivant :

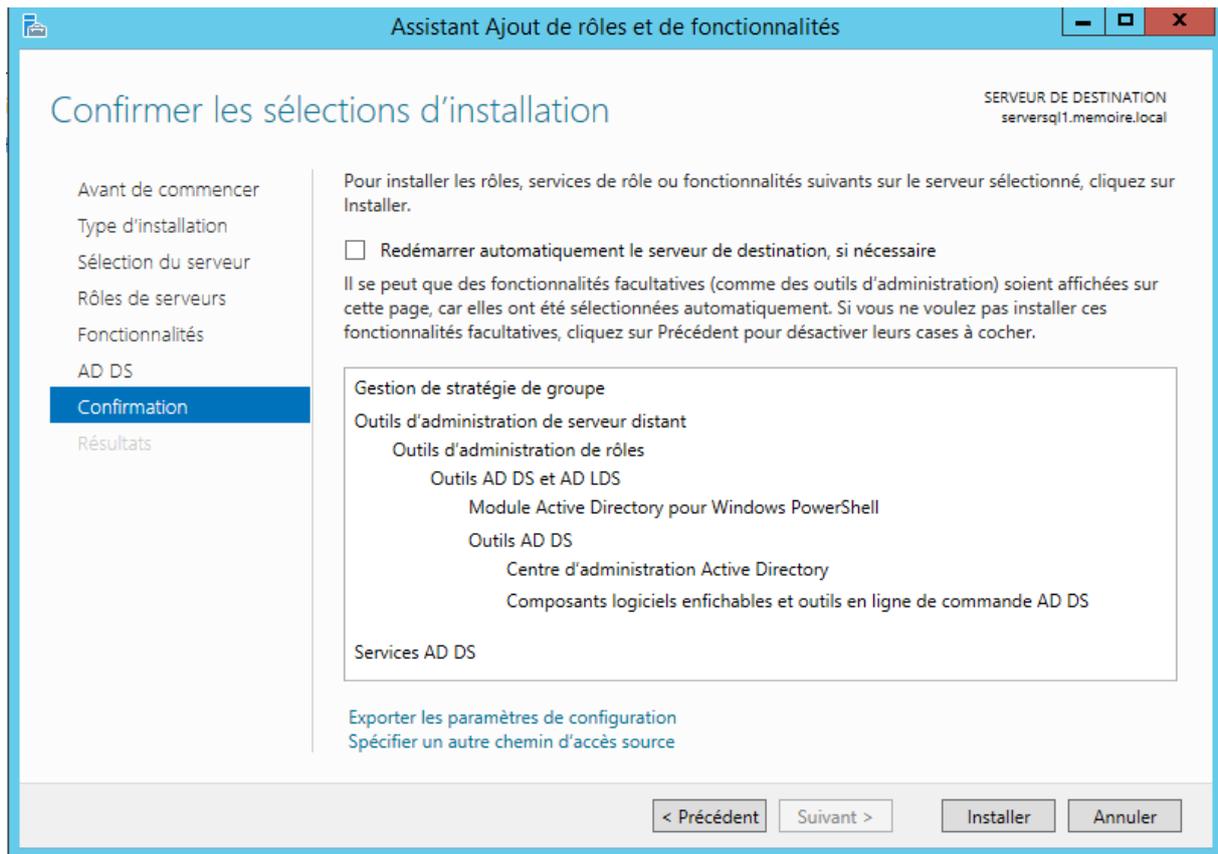
- L'adresse IP de ce réseau est la suivante : 192.168.50.0/24
- L'adresse du contrôleur du domaine est : 192.168.50.100 /24
- L'adresse de la machine 2 est : 192.168.50.10 /24
- L'adresse de la machine 3 est : 192.168.50.11 /24
- L'adresse de la machine 4 est : 192.168.50.12 /24
- L'adresse de la machine 5 est : 192.168.50.13 /24

## 5. Promotion et installation du contrôleur de domaine

Nous avons choisi d'installer le rôle Active directory DS dans la première machine pour créer un contrôleur de domaine **mémoire.local**. Pour installer ce rôle, on procède par le menu gérer du gestionnaire de serveur. Les images illustres les étapes à suivre :

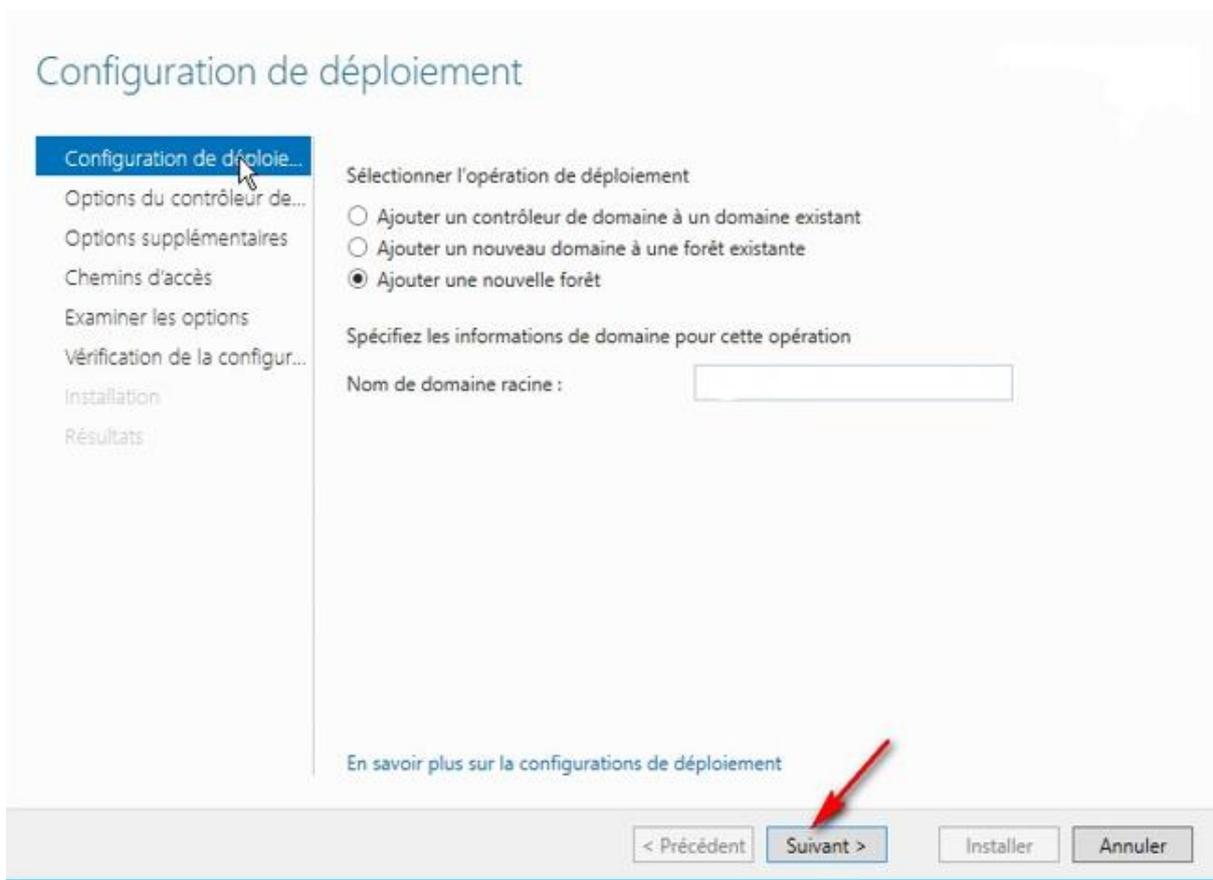
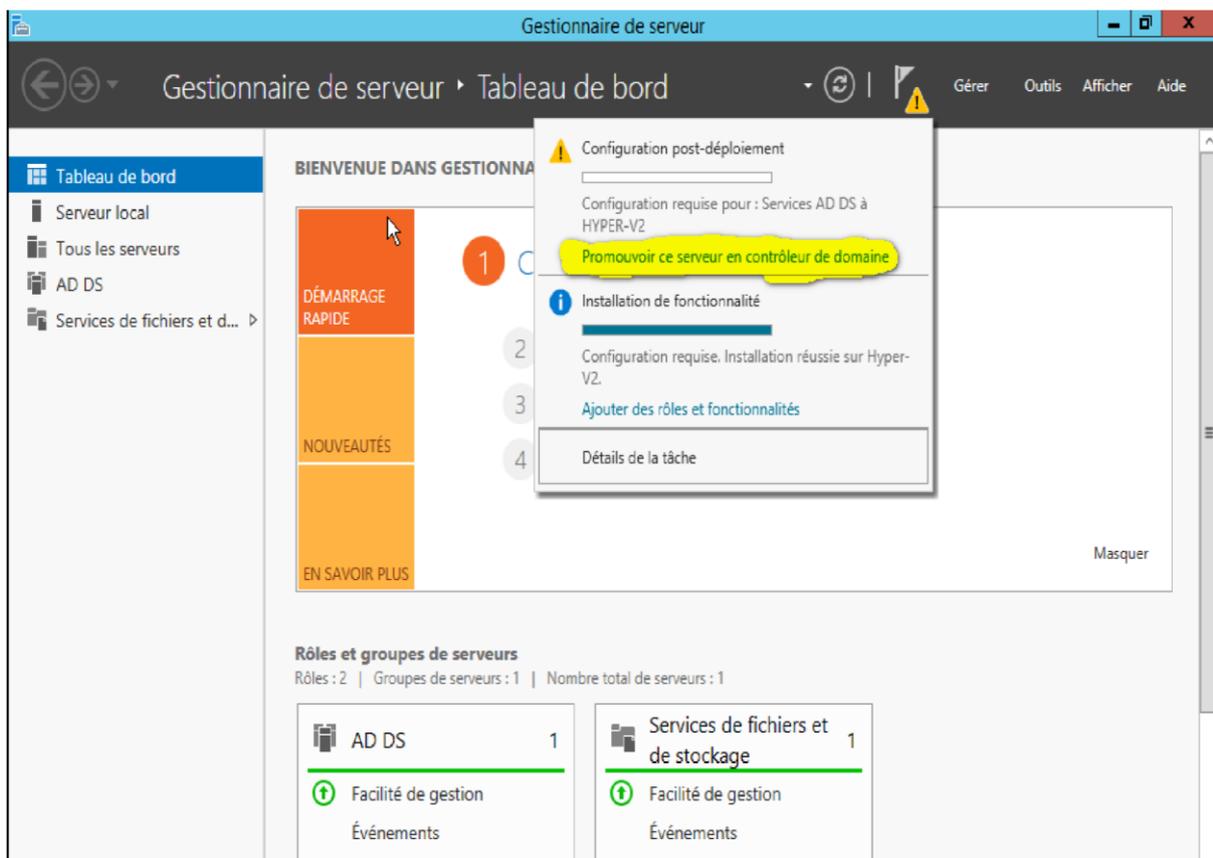


Cliquer sur suivant pour commencer l'installation.

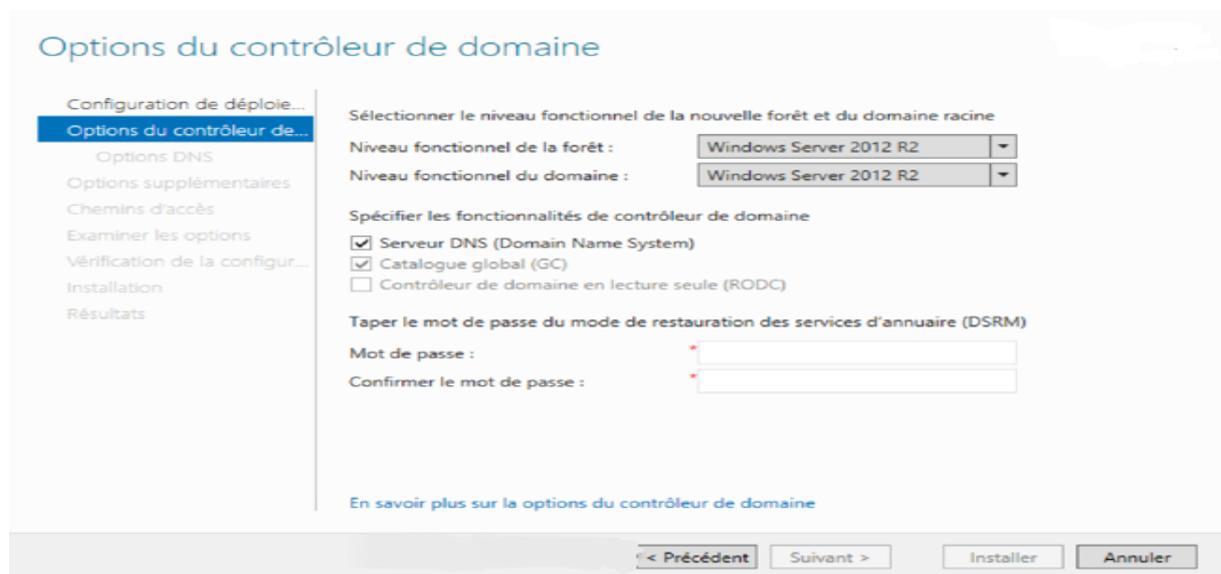


Cliquer sur installer pour terminer l'installation.

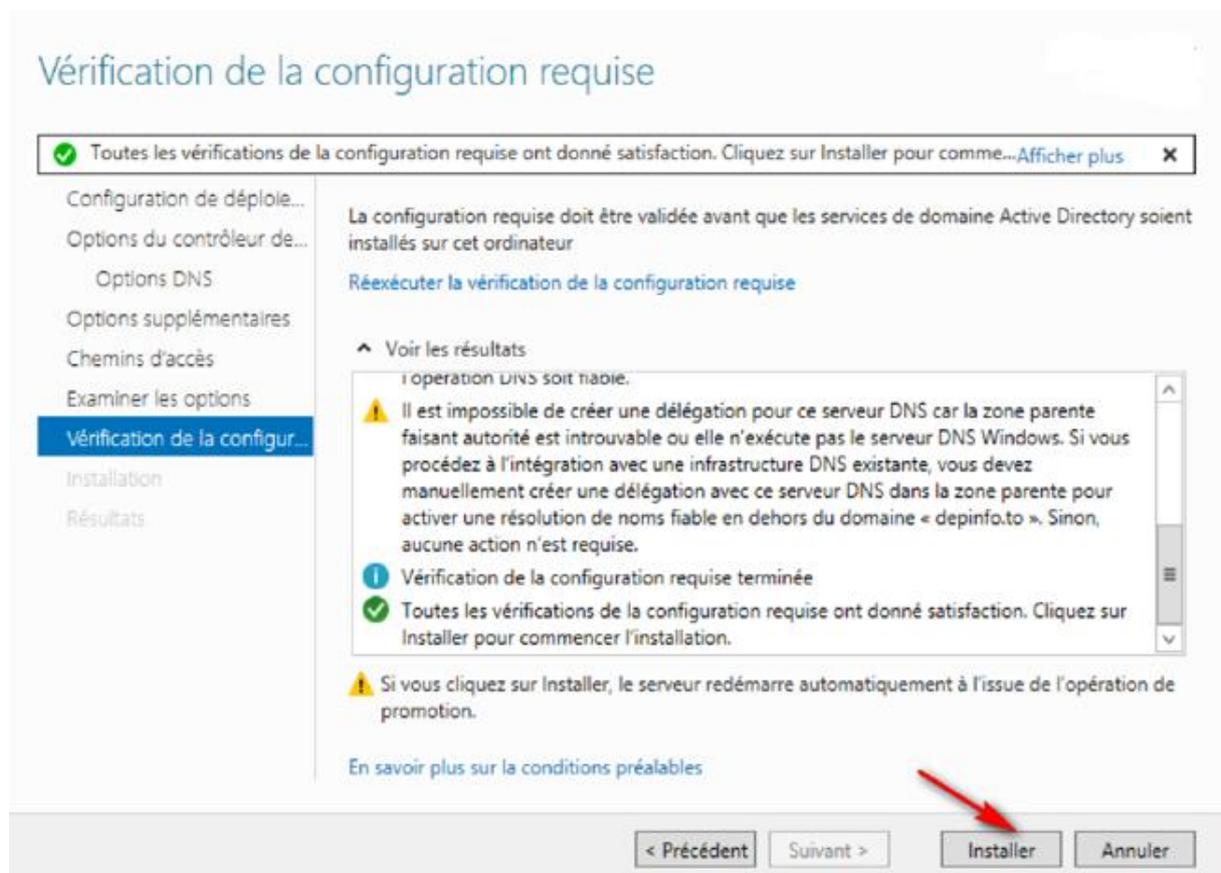
Une fois l'installation terminée, on nous demande de promouvoir le serveur comme contrôleur de domaine.



On spécifiera le nom de domaine racine mémoire.local.



Nous spécifions un mot de passe puis on clique suivant.

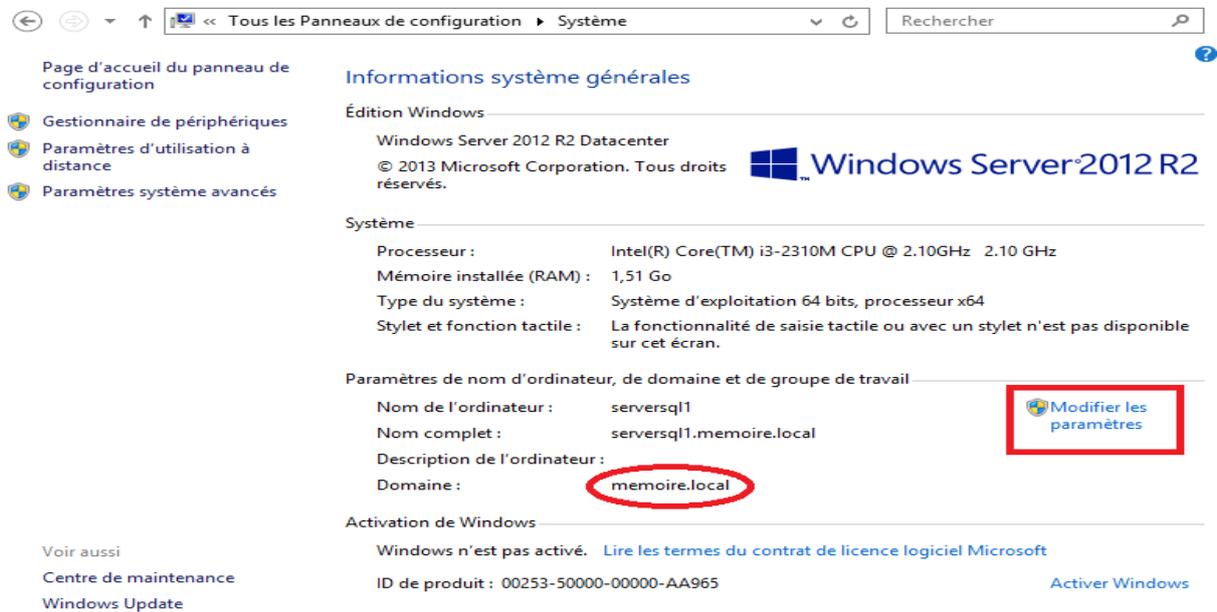


Cliquer sur installer.

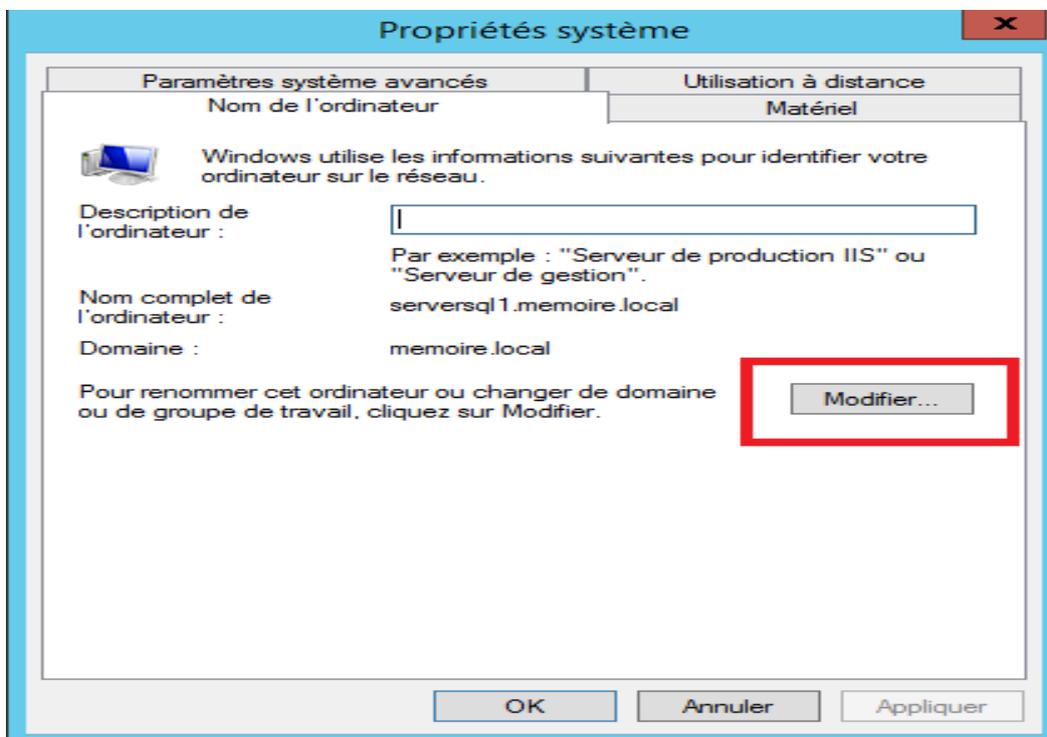
## 6. Ajout des machines 2, 3, 4 et 5 au domaine mémoire. Local

Pour joindre ces machines dans le domaine mémoire.local, on suit les étapes décrit dans

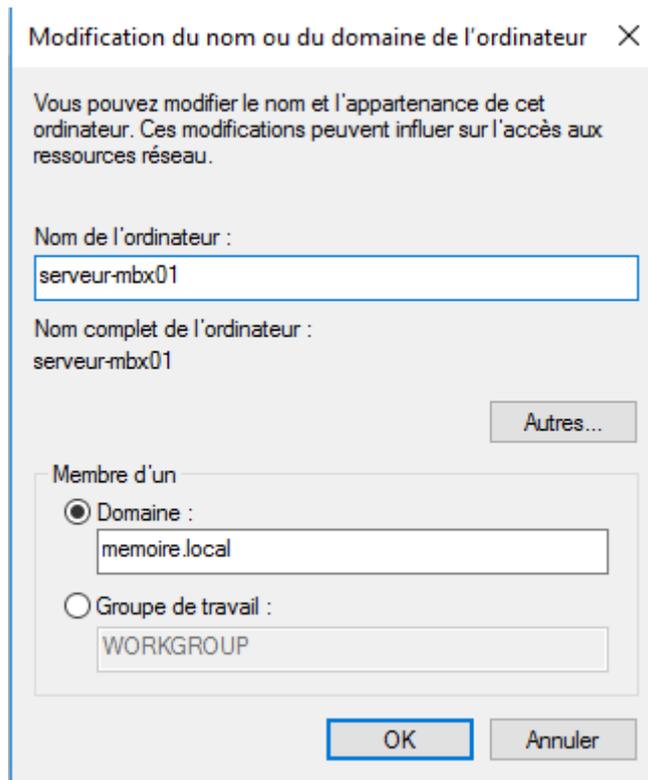
Les images suivantes:



On clique sur modifier les paramètres.



Cliquer sur modifier.

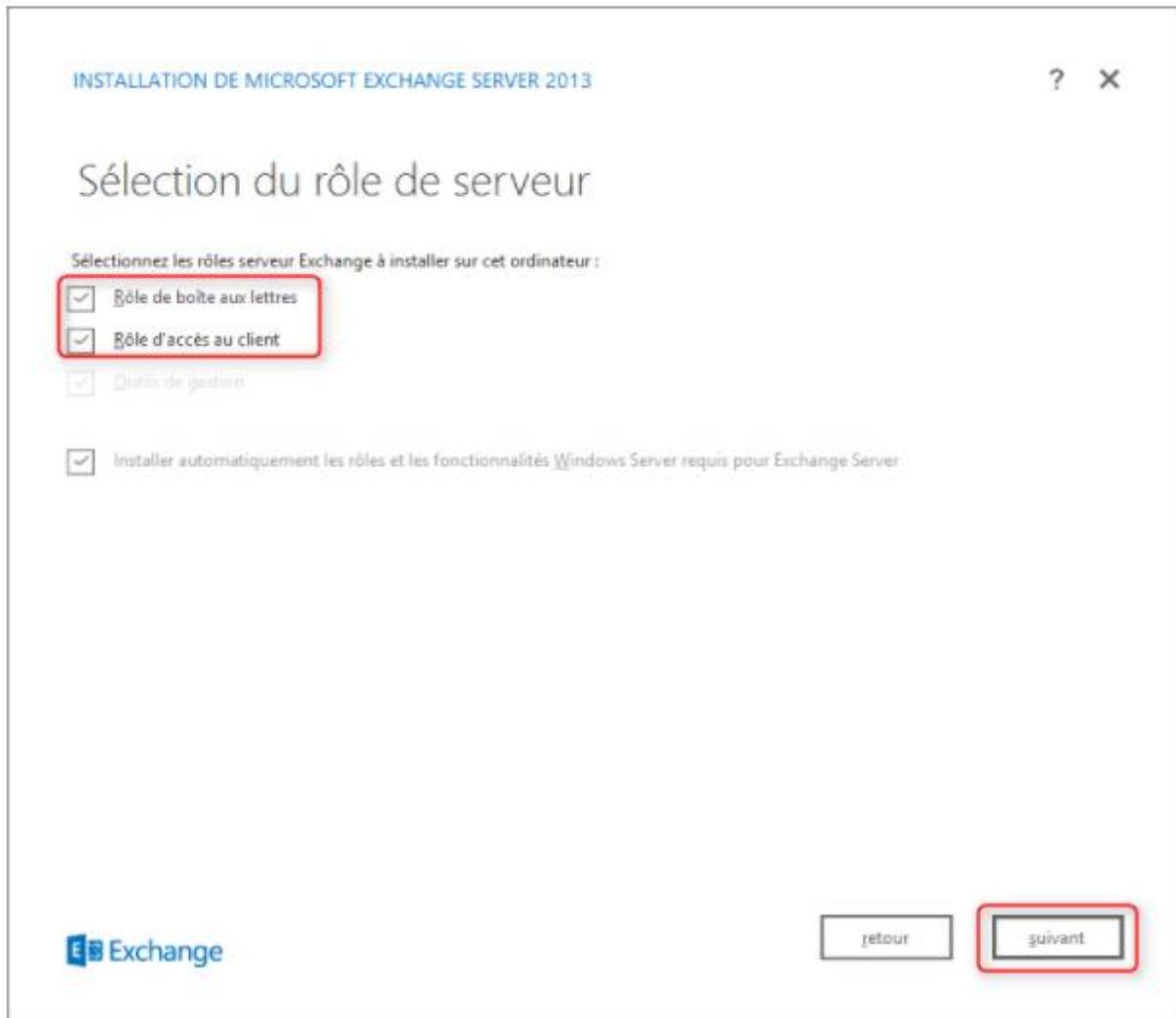


Spécifier le domaine memoire.local.

Refaire la même procédure sur les autres machines.

## 7. Installation d'Exchange server 2013 sur les machine2, 3 et 4

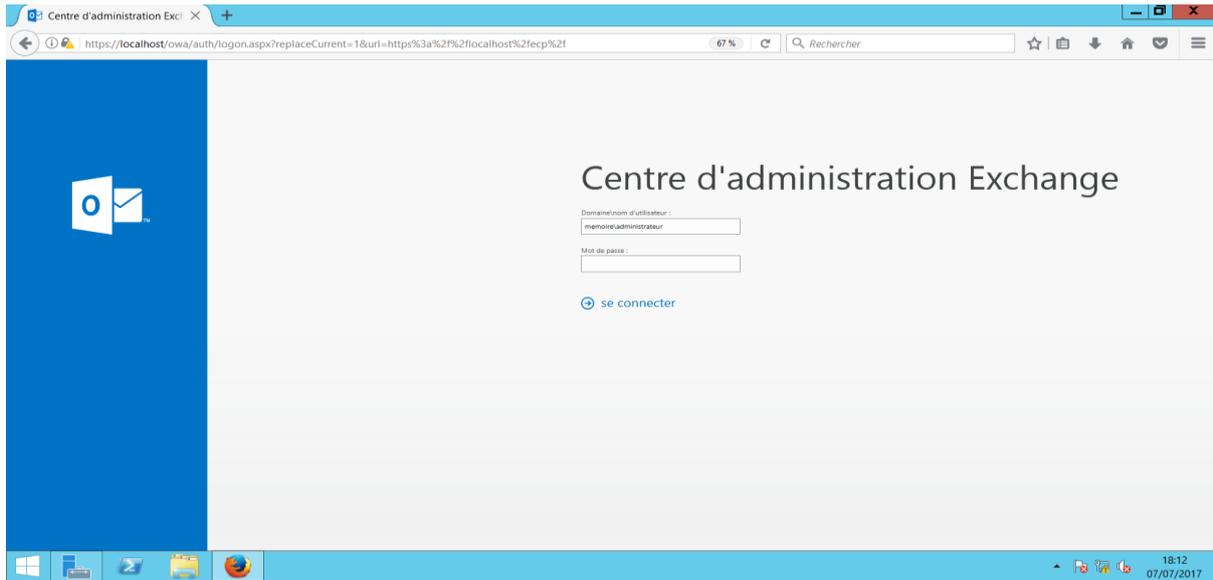
On exécute exchange server 2013 sur ces machines, puis on sélectionne les rôles serveur Exchange à installer sur cet ordinateur.



## 8. Création de DAG

On va procéder à la création d'un DAG dans la machine qui contient le rôle client Access (machine 3) comme suit :

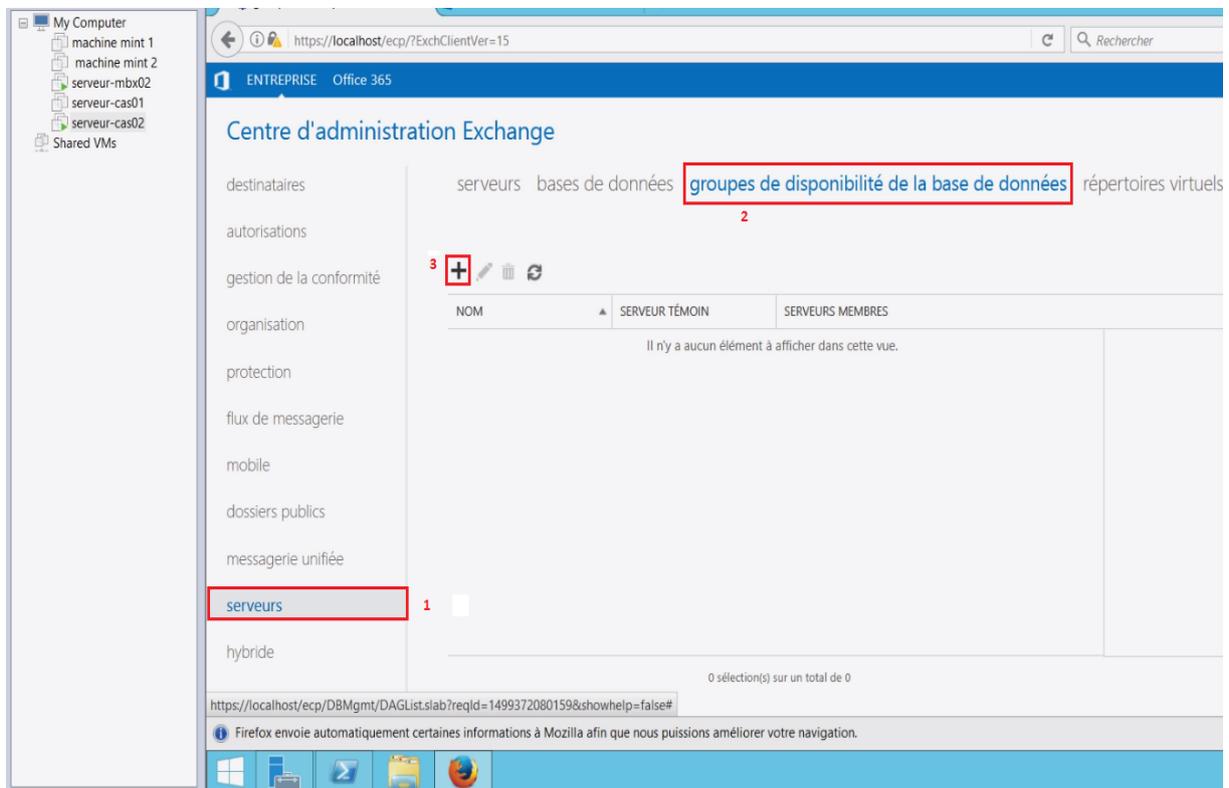
On ouvre la fenêtre Centre d'administration Exchange, on s'authentifie pour y accéder.



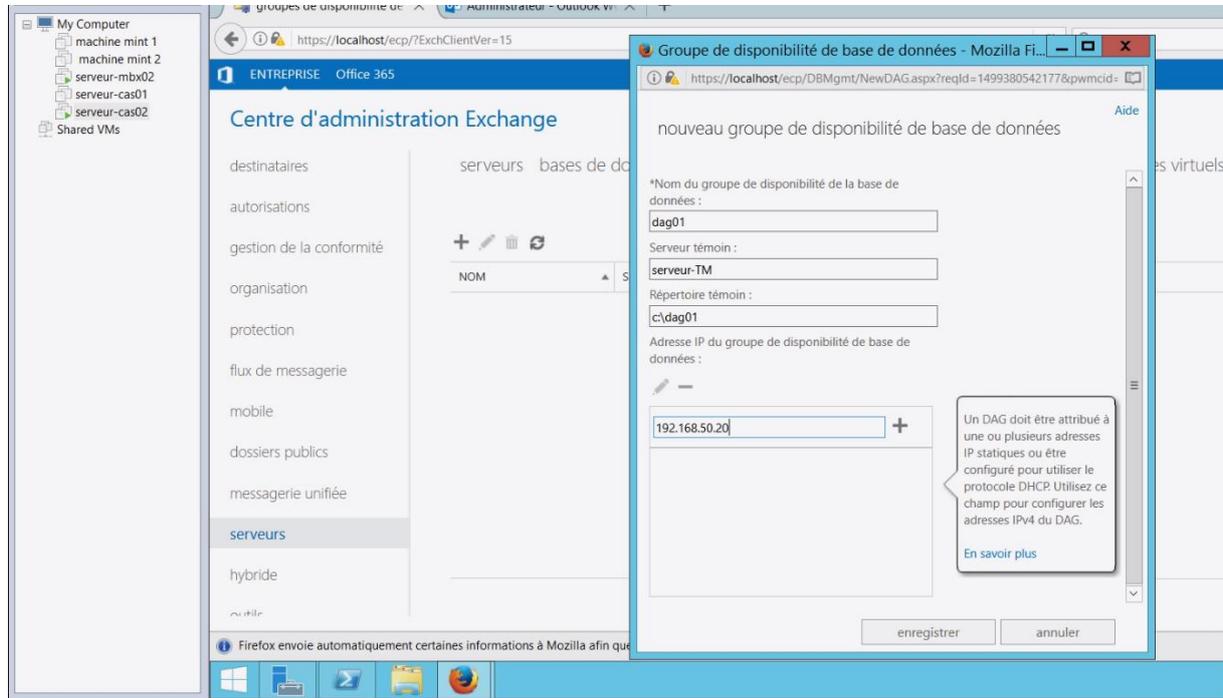
Une fois connecté à la fenêtre Centre d’administration Exchange, on suit les étapes suivantes :

1. On choisit la rubrique serveurs,
2. Groupe de disponibilité de la base de données,
3. On clique sur ajouter.

Comme illustré dans l’image suivante.

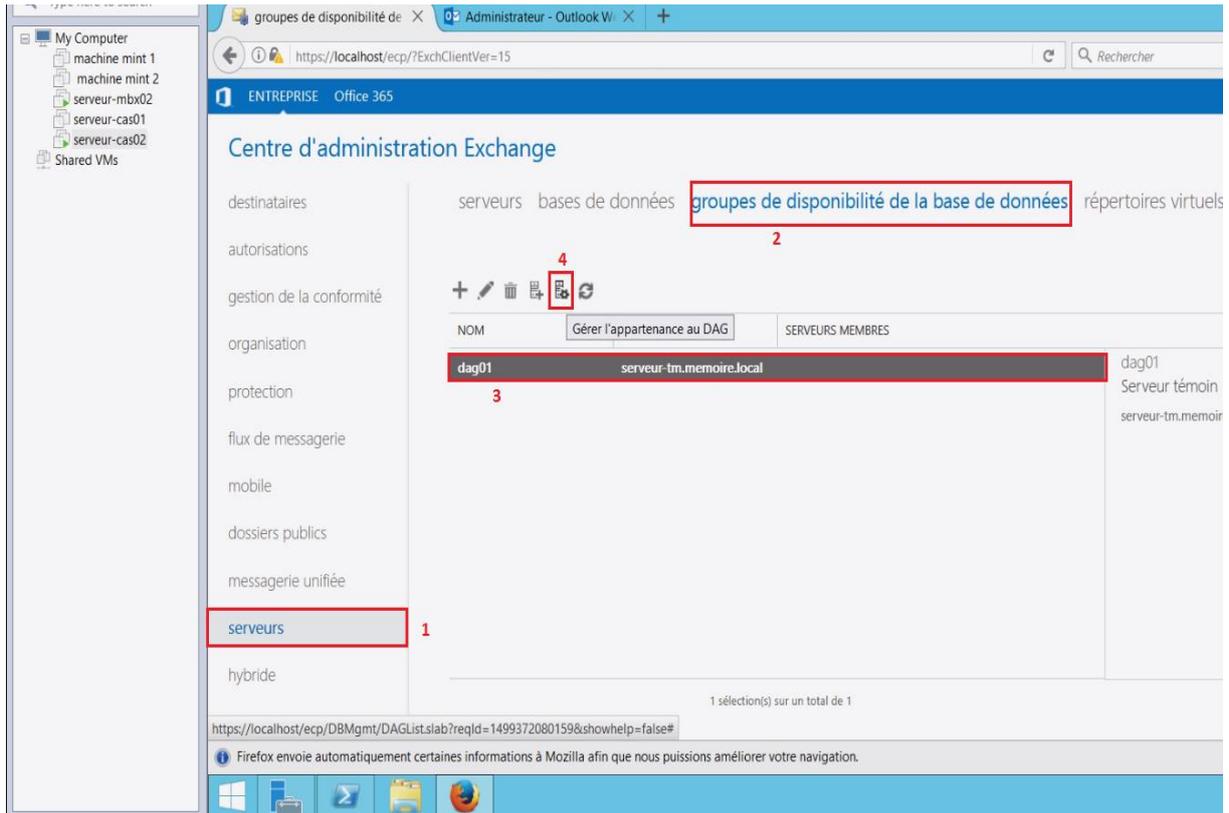


Dans le formulaire qui s'affiche on va saisir les données suivantes : nom du DAG, le serveur témoin, et une adresse IP pour le dag, puis on clique sur enregistrer comme le montre l'image suivante

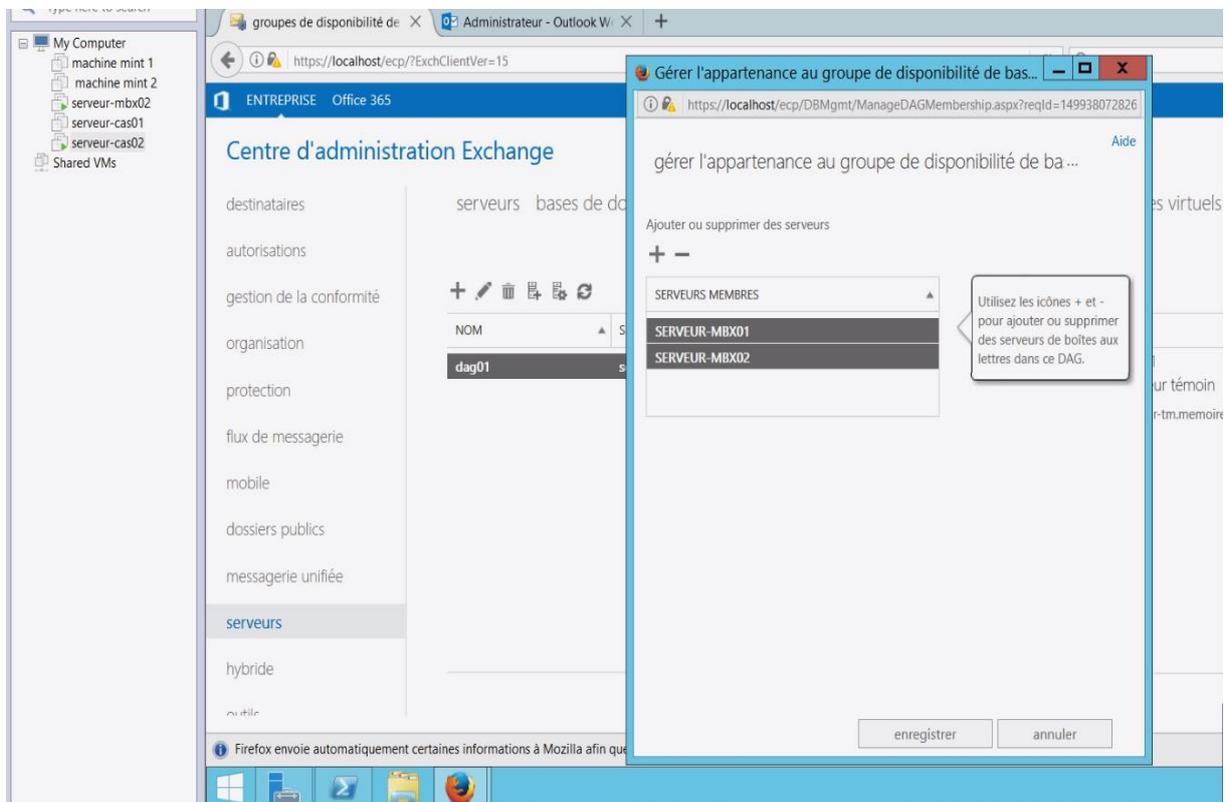


## 9. Ajouter des serveurs mailbox au DAG

Après avoir créé le DAG on va lui associer les deux serveurs mailbox, on procède comme suit : dans le centre d'administration exchange on clique sur serveur puis groupe de disponibilité de base de données, on sélectionne le DAG créé et on clique sur Gérer l'appartenance au DAG comme le montre l'image suivant :



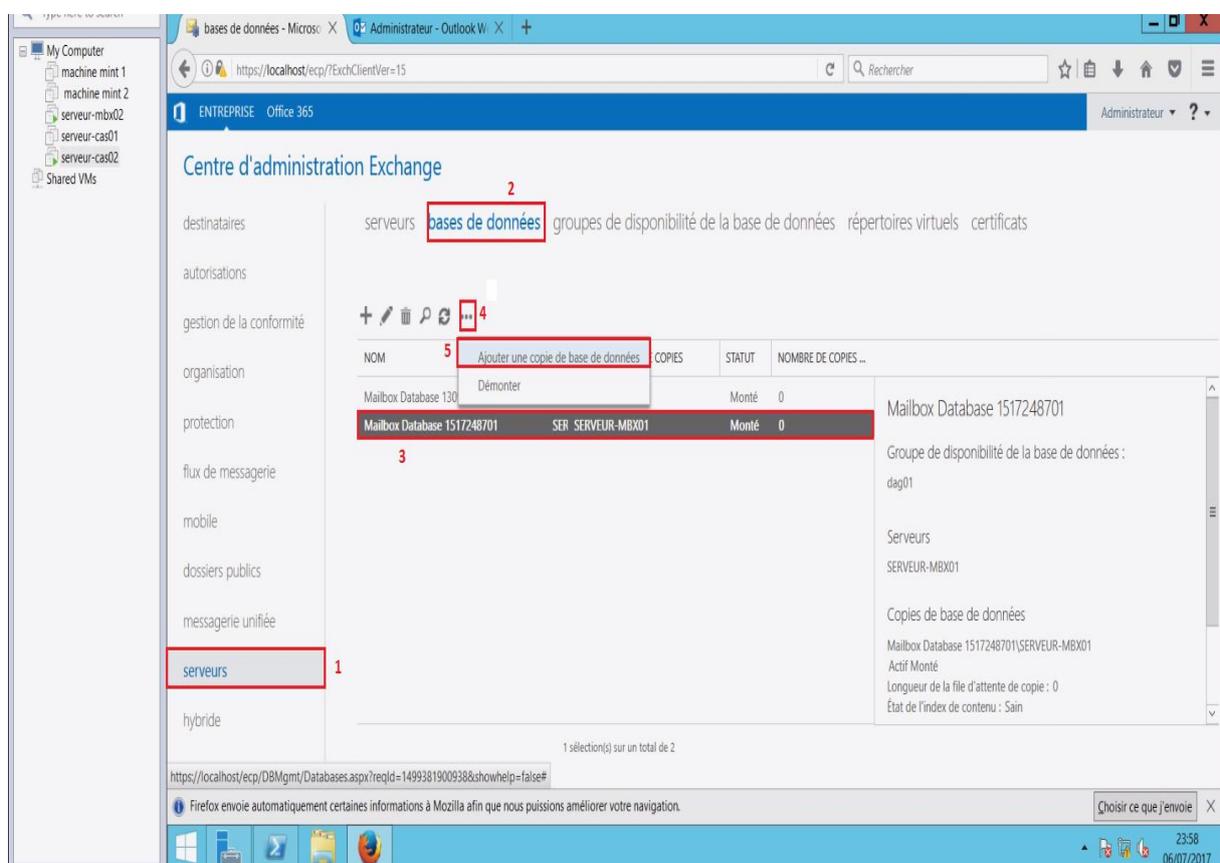
Dans le formulaire qui s’affiche on va choisir les deux serveurs avec les rôles mailbox puis on clique sur enregistrer comme le montre l’image suivante :



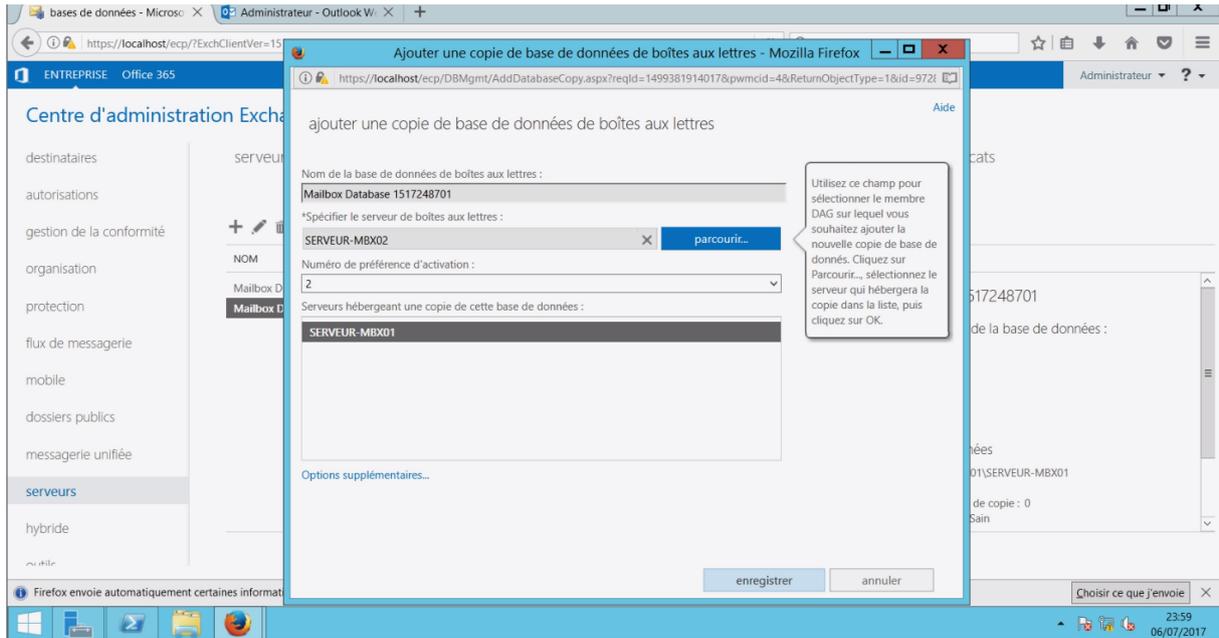
## 10. Duplication de la base de données de serveur mailbox01 sur le serveur mailbox02

Après avoir ajouté deux serveurs au DAG créé, on va créer une copie de la base de données du serveur mailbox01 dans le serveur mailbox02, on va procéder comme suite :

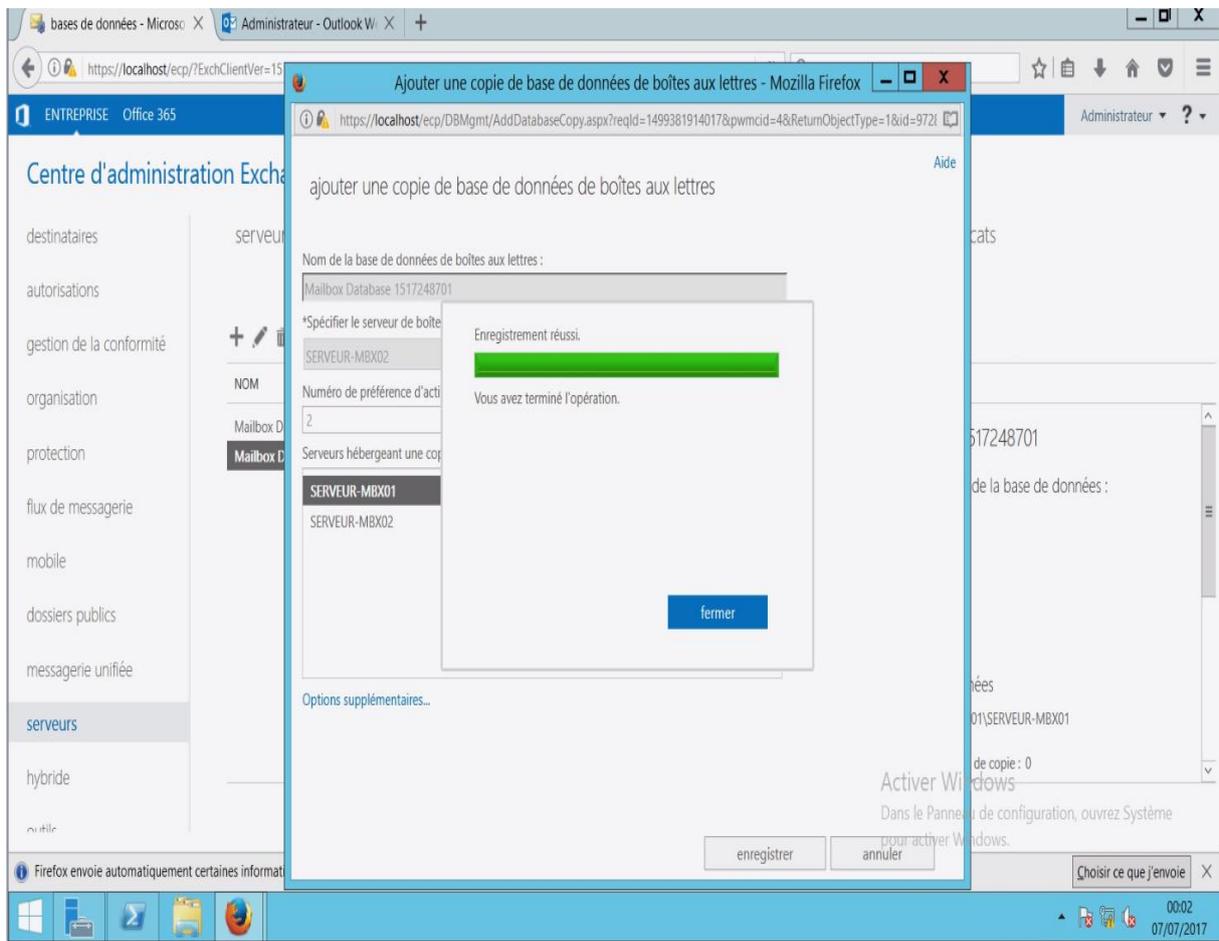
On clique sur serveur, base de données, et on sélectionne la base de données mailbox01 puis on clique sur option, ajouter une copie de la base de données comme le montre l'image suivante :



Dans le formulaire qui s'affiche on va choisir le serveur sur lequel on va créer la copie de la base de données, comme le monte l'image suivante :

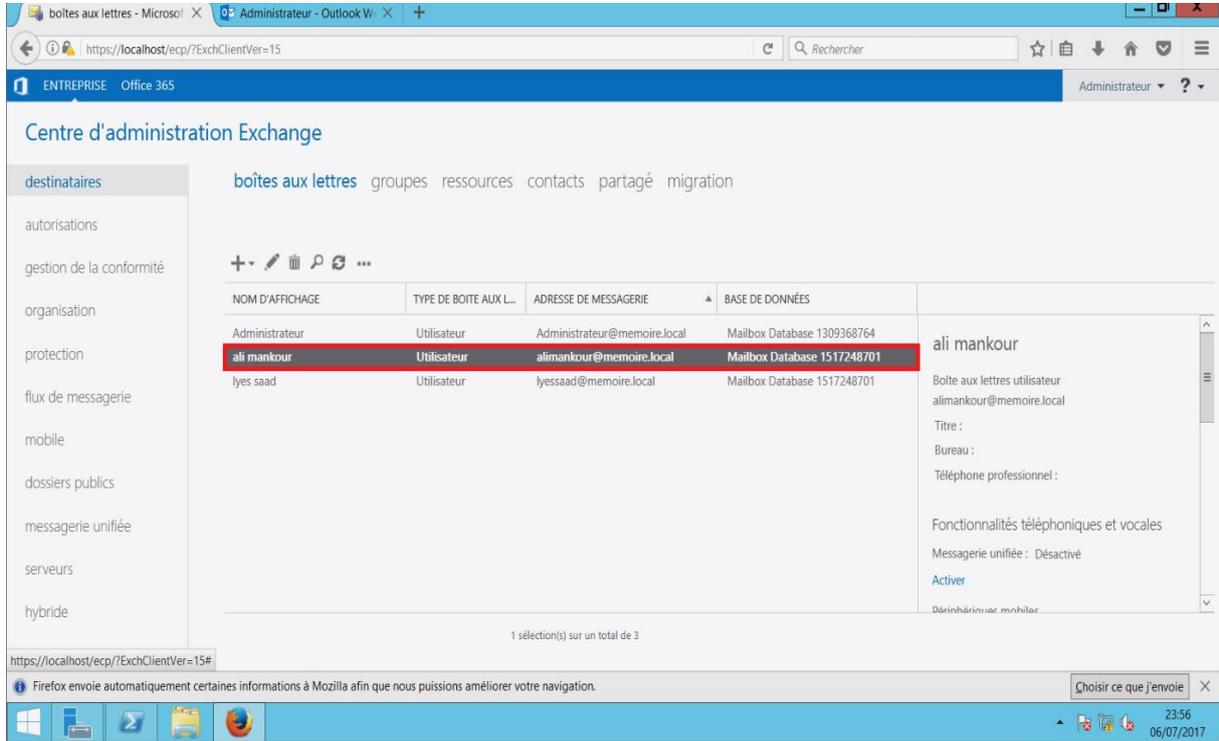


Et on clique sur enregistrer.

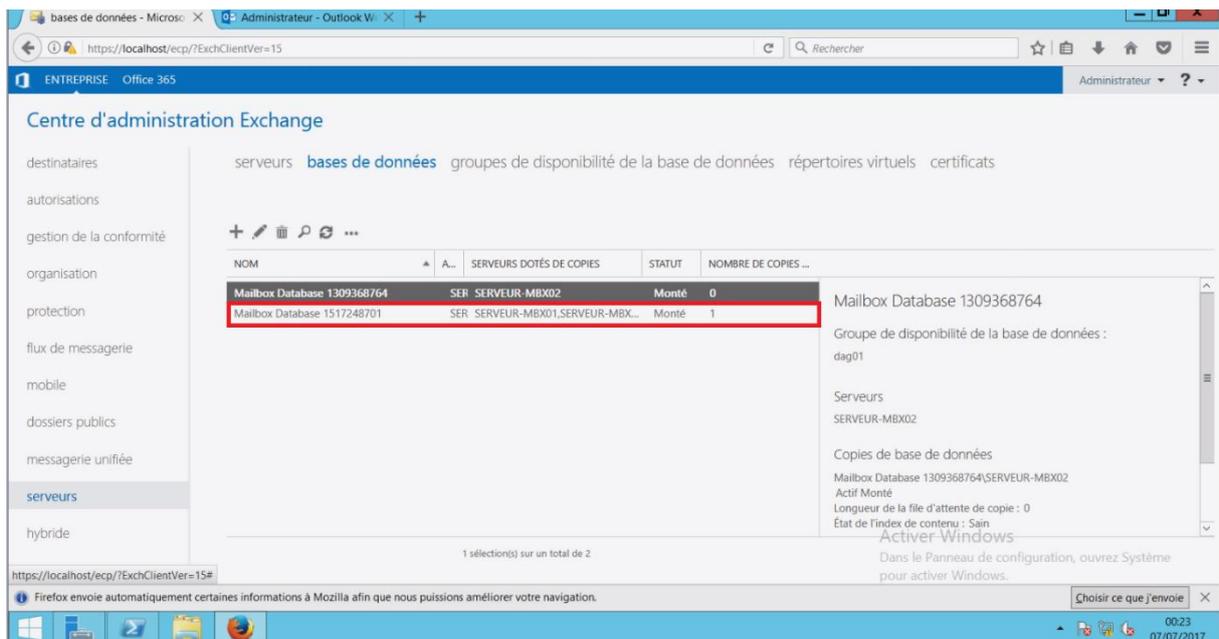


### 11. Tests de DAG

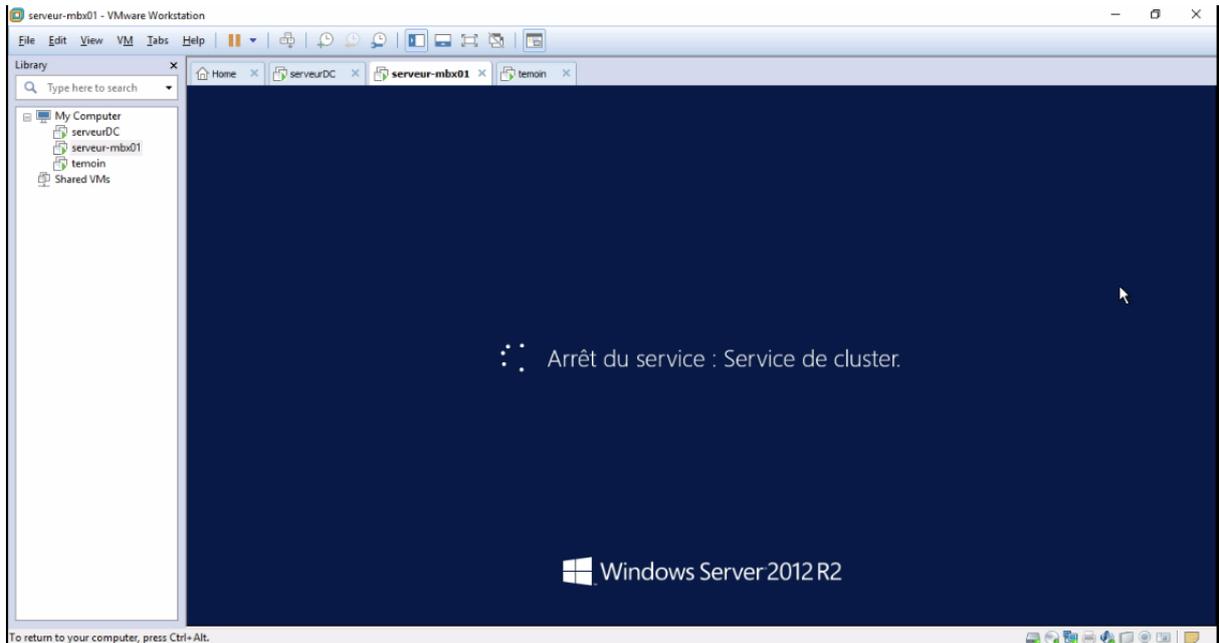
Après avoir configuré notre infrastructure, on passe à la phase de test et pour cela on ouvre un compte outlook client sur le serveur mailbox1 comme illustré dans l'image qui suit :



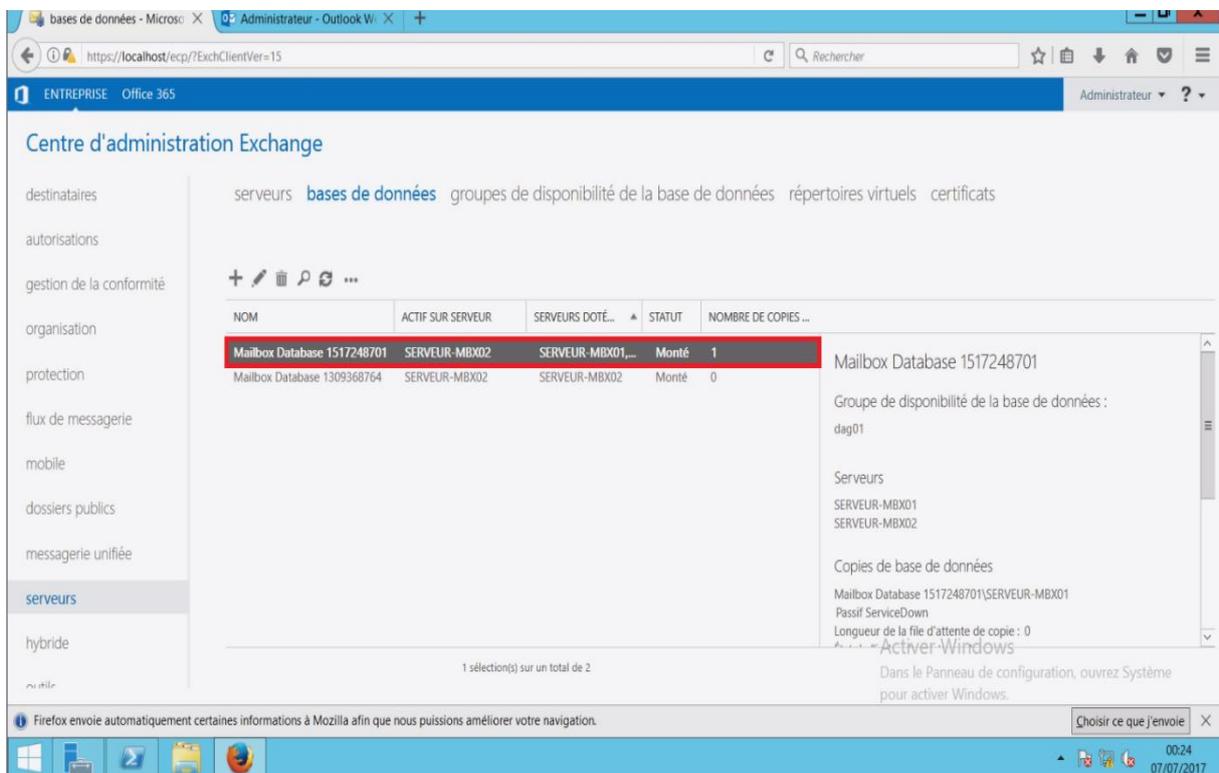
On voit que la base de données du client ali mankou est allouée sur le serveur mailbox1, comme le montre l'image suivante :



On va éteindre le serveur mailbox1 comme le montre l'image suivante :



Après avoir éteint le serveur mailbox1, on remarque que la base de données du client alimankour est montée sur le serveur mailbox2.



**Conclusion**

Durant ce chapitre nous avons illustré les différentes procédures nécessaires à la réalisation d'un cluster de serveurs afin de garantir une haute disponibilité dans un environnement clustering en utilisant le système d'exploitation Windows Serveur 2012 R2 dans le but de réaliser notre projet.

# Conclusion

## Générale

---

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Au cours de ce projet, nous nous sommes initié aux serveurs informatiques. Nous avons étudié les différents aspects de la virtualisation et du cloud et nous avons implémenté une infrastructure qui nous permet de garantir une haute disponibilité dans un cluster même en cas d'échec d'un de ses nœuds. Les clusters à basculement sont des systèmes fiables, sûrs et optimaux. Ils permettent d'atteindre une haute disponibilité sans équivoques.

En premier lieu, nous avons étudié l'aspect de la virtualisation des serveurs, nous nous sommes intéressés à la plateforme de virtualisation Hyperviseur qui permet à plusieurs systèmes d'exploitation de travailler sur même machine, nous avons spécifié les différentes techniques de virtualisation ainsi que les différents domaines sur laquelle la virtualisation s'applique.

Le Cloud permet l'accès à distance à des ressources partagées sur un réseau. Nous avons étudié les types de déploiement du cloud ainsi que ses différents services.

En étudiant les clusters à basculement en profondeur, nous avons abouti à la réalisation d'un cluster de basculement à base de cinq serveurs, l'un autant que contrôleur et les autres autant que nœuds du cluster.

Les infrastructures Windows Server dont Windows Server 2012 R2 et Exchange Server 2013 en fait partie sont des systèmes d'exploitation complets qui permettent de satisfaire les besoins des entreprises dans différents services (Cloud, Virtualisation, Stockage réseau, etc.) et dans service beaucoup plus générale à savoir la haute disponibilité. En effet, chaque entreprise souhaite fournir des services aux clients continuellement sans interruption.

En installons Windows Exchange Server 2013 sur nos machines, nous avons réussi le test de basculement des services de messageries d'un nœud échoué vers un nœud passif fonctionnel, ce qui nous a permis de garder les ressources disponibles sans que le client ne s'aperçoive du changement.

Ceux-ci reste que pour bien comprendre la solution implémentée, il faudrait à l'avenir prendre comme perspective d'implémenter la solution haute disponibilité sur des serveurs physiques puissants (RAM de 32Go et processeur appropriés) ainsi qu'on utilisant des espaces de stockages considérables capable de stocker de grandes quantités d'informations.

*Bibliographie*

**Et**

**Webographie**

---

## *BIBLIOGRAPHIE*

- [1] : Généralités sur les réseaux informatiques, RIAHLA Mohamed Amine, Université Boumerdes
- [2] : Architecture des réseaux et études de cas, second édition traduit par Christian Soubrier, éditeur : Campus Press France, 2000.
- [4] : Réseaux (1) : modèle de référence OSI, Scott Ruffin, Support Technique, 4D.US, 2000.
- [5] : Cours Réseaux et Telecoms avec exercices et corrigés, 3ème édition, Guy Pujolle, Groupe EYROLLES, 2008.
- [6]: Réseaux, Guy Pujolle, EYROLLES, 2008.
- [7]: Tout sur les Réseaux et Internet, 4ème édition, Jean François Pillou, Fabrice Le Mainque, DUNOD, Juin 2015.
- [8] : Cours n°5 : Hyper text transport protocol, V.Poupet, IUT Montpellier, 2007.
- [13] : virtualisation en pratique, Kenneth Hess Amy Newman,pearson,2010
- [17] :Citrix XenApp 5 :Concepts et mise en œuvre de la virtualisation d'applications ,Sylvain GAUMÉ,ENI editions,2009
- [19] : Livre blanc : Sécurité et Virtualisation, David GELIBERT Farid SMILL,POLYTECH LYON ,mai 2012
- [21] : CLOUD COMPUTING : Définitions & Concepts, Enquête et Analyse des Tendances, Nicolas Couraud, juin 2010
- [22] : Le Cloud, on parle de quoi ? Par Thierry Longeau, Octobre 2014
- [27] :pro linux high availability clustering,sander van vugt,apress
- [28]: Introduction to Microsoft® WINDOWS NT®Cluster Server, Raj Rajagopal, CRC Press,2000
- [30]: Windows Server 2012 R2 - Les bases indispensables pour administrer et configurer votre serveur, Nicolas BONNET,ENI Editions,mai 2014
- [31] : Exchange Server 2013 Configuration et gestion de votre environnement de messagerie, Loïc Thobois , Brahim Nedjimi ,ENI Editions , 12 mars 2014

## *WEBOGRAPHIE*

[3] : <http://www.coursnet.com/2014/11/reseaux-client-serveur-et-poste-a-poste.html#> (consulté le 27 juillet 2017)

[9]:<https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/fr/linuxonibm/liaaz/mailflow.htm>  
(consulté le 27 juillet 2017)

[10] : <https://storify.com/selossej/la-virtualisation> (consulté le 2 août 2017)

[11] : <http://www.wisper.io/fr/les-grands-principes-de-la-virtualisation/> (consulté le 3 août 2017)

[12] : <http://www.alticap.com/serveurs-et-virtualisation> (consulté le 7 août 2017)

[14] : <https://storify.com/selossej/la-virtualisation> (consulté le 7 août 2017)

[15] : <http://www.supinfo.com/articles/single/1765-introduction-aux-differents-types-hyperviseurs> (consulté le 12 août 2017)

[16] : <http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2008/virtualisation/techniques.html> (consulté le 15 août 2017)

[18] : <http://www.tuto-it.fr/virtualisation.php> (consulté le 15 août 2017)

[20] : <http://www.etudier.com/dissertations/Cloud-Computing/596105.html> (consulté le 19 août 2017)

[23] : <https://www.petite-entreprise.net/P-3714-83-G1-le-cloud-computing-les-avantages-et-les-inconvenients.html> (consulté le 20 août 2017)

[24] : <http://www.tuto-it.fr/virtualisation.php> (consulté le 20 août 2017)

[25] : <http://www.dell.com/learn/ch/fr/chbsdt1/sb360/what-is-a-server> (consulté le 25 août 2017)

[26] : <https://www.sebastien-han.fr/blog/2011/07/04/introduction-au-cluster-sous-linux/> (consulté le 27 août 2017)

[29] : [https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc738051\(d=printer,v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc738051(d=printer,v=ws.10).aspx) (consulté le 29 août 2017)

