

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE MATHEMATIQUES ET  
INFORMATIQUE

DEPARTEMENT INFORMATIQUE

N° : .....



DOMAINE : MATHEMATIQUES ET  
INFORMATIQUE

FILIERE : INFORMATIQUE

OPTION : RTIC

Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique

Par : MOHANED MOHAMED ALI

Intitulé

**PLACEMENT ET CONSOLIDATION DES  
MACHINES VIRTUELLES DANS UN  
ENVIRONNEMENT DE CLOUD DATA CENTER**

Soutenu devant le jury composé de :

BOUDAA ABDELGHANI

Université de M'sila

Président

SAYAD LAMRI

Université de M'sila

Rapporteur

KHETTAF ABDELOUAHAB

Université de M'sila

Examineur

Année universitaire : 2017 /2018



# Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui je a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail. En second lieu, je tiens à remercier notre encadreur Mr : Sayad Lamri, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail. Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions. Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	III
LISTE DES FIGURES .....	IV
LISTE DES TABLEAUX .....	IIV
<b>LISTE DES ABREVIATIONS .....</b>	<b>V</b>
<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
Chapitre 1 Les Concepts De Data Center et Du Cloud .....	
1 Introduction.....	3
2 Data Center .....	3
2.1 Les objectives de Data Center .....	3
2.2 L'architecture de Data Center .....	4
2.2.1 La Couche d'agrégation .....	5
2.2.2 Couche d'accès.....	6
2.2.2.1 Le segment Front-End.....	7
2.2.2.2 Le segment d'application.....	7
2.2.2.3 Le segment Back-End .....	8
2.2.3 La couche de stockage .....	8
2.2.4 La couche de transport .....	9
3 La virtualisation .....	9
3.1 Définition de la virtualisation .....	10
3.2 Les hyperviseurs .....	10
<b>3.2.1 hyperviseur de type 1 .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.2 hyperviseur de type .....</b>	<b>11</b>
3.3 Les différents types de la Virtualisation .....	12
<b>3.3.1Virtualisation Complète.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3.2 Para-Virtualisation.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3.3 Les Isolateurs .....</b>	<b>14</b>
3.4 La virtualisation du stockage .....	15
<b>4 Le cloud computing.....</b>	<b>17</b>

4.1 Définition du cloud computing .....	17
4.2 Les caractéristiques du cloud computing.....	18
4.3 Les Services de cloud computing .....	19
<b>4.3.1 IaaS – Infrastructure as a Service .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3.2 PaaS – Platform as a Service.....</b>	<b>20</b>
<b>4.3.3 SaaS – Software as a Service .....</b>	<b>20</b>
4.4 Les modèles de déploiement du cloud computing .....	21
<b>4.4.1 Le cloud privé .....</b>	<b>21</b>
<b>4.4.2 Le cloud public .....</b>	<b>21</b>
<b>4.4.3 Le cloud communautaire .....</b>	<b>22</b>
<b>4.4.4 Le cloud hybride .....</b>	<b>22</b>
<b>5 Conclusion.....</b>	<b>22</b>
<b>Chapitre 2 L’efficacité D’énergie Dans L’algorithme D’emplacement MV.....</b>	<b>.....</b>
<b>1 Introduction .....</b>	<b>23</b>
<b>2 Problème d’emplacement des machines virtuelles.....</b>	<b>23</b>
2.1 Migration direct MV pour l'optimisation d’emplacement de machine.....	24
2.2 les type d’emplacement des virtuelles machines.....	25
<b>2.2.1 Emplacement statique de MV .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.2 Emplacement dynamique de MV.....</b>	<b>26</b>
<b>3 Schéma de placement MV .....</b>	<b>26</b>
3.1 Placement de MV basé sur la programmation par contraintes .....	27
3.3 Placement de MV basé sur la théorie des jeux .....	28
3.5 Placement MV base heuristique .....	28
3.6 Placement MV base algorithme génétique .....	29
<b>4 Efficacité énergétique.....</b>	<b>30</b>
4.1 Techniques de placement MV énergétiques .....	30
<b>4.1.1 Placement de machine virtuelle à l'aide d'un algorithme génétique .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.2 Emplacement de la MV à l'aide Bin Packing .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.3 Placement de MV à l'aide de la programmation par contraintes.....</b>	<b>31</b>
<b>5 Modèle de système .....</b>	<b>32</b>
5.1 Modèle de système de planification .....	32
5.2 Model d’énergie.....	33

5.3 L'algorithme de planification .....	34
<b>6 Conclusion.....</b>	<b>39</b>
<b>CHAPITRE 3 Implémentation et Résultats .....</b>	<b>.....</b>
<b>1 Introduction .....</b>	<b>40</b>
<b>2 Langage et environnement de développement .....</b>	<b>40</b>
2.1 Le langage de programmation Java .....	40
1.3 IDE Eclipse .....	42
<b>3 Implémentation .....</b>	<b>43</b>
3.1 Expérience .....	44
3.2 Le teste .....	44
3.3 Les résultats.....	49
3.4 La migration .....	55
<b>4 Conclusion.....</b>	<b>56</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>57</b>
<b>Bibliographies.....</b>	<b>60</b>



# LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 Topologie d'architecture du Data Center .....	4
Figure 1.2 Agrégation et couche d'accès .....	6
Figure 1.3 Les segments de couche d'accès .....	7
Figure 1.4 couche de stockage et de transport .....	9
Figure 1.5 Les différentes couches d'un serveur virtualisé .....	10
Figure 1.6 Les types des hyperviseurs .....	11
Figure 1.7 Virtualisation Complète .....	12
Figure 1.8 Para-Virtualisation .....	14
Figure 1.9 Isolateur .....	15
Figure 1.10 Méthodes d'accès aux volumes de stockage : DAS, NAS, SAN .....	16
Figure 1.11 Cloud Computing et modes de déploiement .....	18
Figure 1.12 Catégories d'offres Cloud Computing et couches techniques. ....	19
Figure 1.13 les services Cloud Computing par catégorie .....	21
Figure 2.1 Un exemple de consolidation de MV .....	24
Figure 2.2 type d'emplacement des virtuelles machines .....	26
Figure 2.2 Classification des algorithmes d'emplacement MV .....	27
Figure 2.3 Modèle de système de planification .....	33
Figure 3.1 Logo de langage Java .....	42
Figure 3.2 Eclipse Oxygène .....	43
Figure 3.3 Diagramme de flux .....	44
Figure 3.4 La classe server .....	44
Figure 3.5 La classe VM .....	45
Figure 3.6 La liste des serveurs physique .....	46
Figure 3.6 La liste des virtuelles machines .....	47
Figure 3.8 Le triage décroissante de MVs .....	48
Figure 3.9 placement des VMs dans les serveurs .....	50
Figure 3.10 Le totale d'utilisation des ressources dans chaque serveur.....	50
Figure 3.11 La consommation d'énergie dans chaque serveur .....	51
Figure 3.12 L'utilisation moyen de ressources de serveur.....	52

Figure 3.13 déséquilibre d'utilisation de ressources .....	53
Figure 3.14 Le critère d'équilibrage d'utilisation de ressources et consommation d'énergie .....	54
Figure 3.15 Placement MVs sellons le critère SMi .....	54
Figure 3.16 Diagramme d'activité de migration .....	55
Figure 3.15 la migration de MVs .....	55

# Liste des tableaux

- Tableau 2.1 Heuristiques pour la gestion des ressources à l'aide de la migration..... 25
- Tableau 2.3 Les objectifs de programmation par contraintes, théorie des jeux, heuristique, GA . 30
- Tableau 2.3 techniques d'optimisation de placement MVs à efficacité énergétique ..... 31
- Tableau 2.4 description de paramètre..... 36
- Tableau 2.5 energy-efficient virtual machine placement(EMVP) ..... 37
- Tableau 2.6 Energy-efficient minimization migration algorithm (EMMA) ..... 38
- Tableau 3.1 les types des serveurs physiques ..... 45
- Tableau 3.2 les types des virtuelles machines ..... 45

## Liste des abréviations

OVMP	Optimal VM Placement
SIP	Stochastic Integer Programming
EVMP	energy-efficient virtual machine placement
EMMA	energy-efficient minimization migration algorithm
SLA	Service Level Agreement
DRR	Dynamic Round-Robin
MLU	Maximum Link Utilization
MVs	Machine Virtuelle
MPs	Machine Physique
QoS	quality of service
NTP	Network Time Protocol
SAN	Storage-Area Networks
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain System Name
SNMP	Simple Network Management Protocol
NFS	Network File System
IDS	Intrusion Detection System
SCSI	Small Computer System Interface
FCIP	Fiber Channel IP
iSCSI	IP Small Computer System Interface
DAS	Direct Attached Storage
NAS	Networked Attached Storage
IaaS	Infrastructure as a Service
PaaS	Platform as a Service
SaaS	Software as a Service

# Introduction Générale

Le Cloud computing est l'une des technologies modélisées à fournir un service plutôt qu'un produit. Des services comme le calcul, le logiciel, l'accès aux données et le stockage sont fournis à son utilisateur sans aucune connaissance préalable sur l'emplacement physique et la configuration du serveur fournissant ces services. Les grands centres de données virtualisés sont établis pour répondre à cette exigence. Les Data Centers possédant plusieurs éléments tels que les serveurs, les équipements réseaux, les systèmes de refroidissement consomment de grandes quantités d'énergie pour fournir des services efficaces et fiables à leurs utilisateurs [22].

La consommation d'énergie a augmenté les coûts d'exploitation pour les fournisseurs ainsi que pour les utilisateurs de services et une grande quantité de CO<sub>2</sub> est émise dans l'environnement. La consommation d'énergie par les Data Centers n'est pas causée seulement par la grande quantité de ressources physiques, mais réside plutôt dans l'inefficacité d'utilisation des ressources physiques. C'est pour cette raison qu'il nous faut des méthodes et techniques pour réduire la consommation d'énergie et une performance efficace d'utilisation des ressources du Data Center.

L'emplacement des machines virtuelles est essentiel dans le data center pour régler les demandes croissantes d'infrastructure dans l'environnement cloud computing, la gestion de la consommation d'énergie et l'utilisation des différentes ressources du cloud, minimiser la production de chaleur et les émissions de gaz CO<sub>2</sub>.

L'emplacement optimal des machines virtuelles dans les machines physiques fournit une haute performance à l'utilisation des ressources et des applications, sauvegarde et efficacité énergétique, assure la qualité fiable des services (QoS) définie par les Service Level Agreements.

Dans ce travail nous avons fait une étude sur le problème de placement et migration des machines virtuelles dans l'environnement Data Center cloud avec les différentes politiques et les planifications qui ont été proposées dans la littérature de ce problème. Ce travail se focalise sur l'efficacité énergétique par un algorithme de placement des machines virtuelles en considérant les ressources des contraintes multi-dimensionnelles comme le CPU, la RAM, la bande passante. Il y a deux étapes

principaux proposé par cette algorithmes allocation statique des VMs et la migration dynamique des VMs.

La présente de mémoire est structurée autour de trois chapitres et une conclusion générale comme suite :

- **Chapitre 1** : Dans ce chapitre, nous présentons brièvement fondamentale du Data Center (centre de donnée) et leur infrastructure d'architecture. Et aussi le concept et les différents types de virtualisation. Par la suite, nous présenterons le cloud computing, ses caractéristiques, les différents services qu'il fournit, ainsi que ses modèles de déploiement.
- **Chapitre 2** : Ce chapitre est consacré sur le problème avec ses complexités d'placement de VM dans le PM, la migration de VMs, migration direct, les types placement VMs, ainsi que le schéma de placement VM avec quelques solutions dans littérature de ce problème, efficacité énergétique, technique d'optimisation d'énergie et le modèle de système de planification de notre travail qui est centré sur la gestion des demandes de ressources d'utilisateurs et aussi le problème d'efficacité énergie par placement de VM et la gestion des ressources dans le data center Cloud, le modèle d'énergie, et l'algorithme de planification
- **Chapitre 3** : dans ce chapitre nous présentons présenter l'environnement du travail et le langage du programmation Java, IDE de développement Eclipse, Implémentation d'algorithme EVMP et EMMA, expierions, et les résultats.
- **Conclusion générale** : Nous cloîtrons cette mémoire par conclusion et quelques perspectives.

# **CHAPITRE 1**

## **LES CONCEPTS DE DATACENTER ET DU CLOUD**

## 1 Introduction

Le terme Data center et Cloud computing sont aujourd'hui largement utilisés dans le langage courant. Popularisés par la croissance exponentielle des principaux acteurs du web, ces concepts traduisent une réponse à des tendances fortes dans le développement des services numériques : explosion des volumes de données produites et utilisées, exigences de haute disponibilité et de sécurité ...etc.

Au niveau de ce chapitre, nous allons présenter la notion fondamentale du Data Center (Data Center) et leur infrastructure d'architecture. Et aussi le concept et les différents types de virtualisation. Par la suite, nous présenterons le cloud computing, ses caractéristiques, les différents services qu'il fournit, ainsi que ses modèles de déploiement.

## 2 Data Center

Les data center (centre de traitement de données) hébergent des ressources informatiques critiques dans des environnements contrôlés avec une gestion centralisée. Ceci permet aux entreprises de fonctionner 24h / 24. Ces ressources informatiques comprennent des ordinateurs centraux, les serveurs web et d'applications, les serveurs de fichiers et d'impression, les serveurs de messagerie, le logiciel d'application et le système d'exploitation ainsi que l'infrastructure de stockage, et l'infrastructure de réseau, les réseaux de stockage SAN (Storage-Area Networks). Un nombre de serveurs supportent les opérations réseau et les applications réseau. Des applications de réseau opérationnelle incluent le protocole NTP (Network Time Protocol), FTP, DNS (Domain System Name), DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), SNMP (Simple Network Management Protocol), TFTP, NFS (Network File System), et les applications basées sur le réseau, y compris la téléphonie IP, la vidéo sur IP, la vidéoconférence IP, etc. [1]

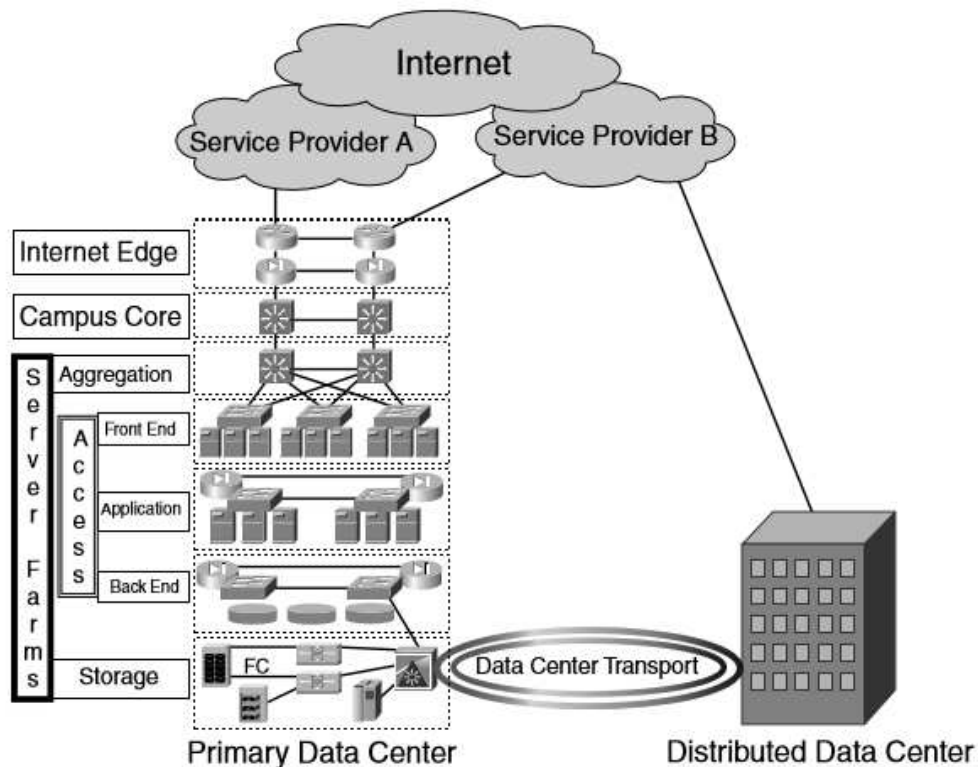
### 2.1 Les objectifs de data centre

Les avantages offerts par le Data Center comprennent des objectifs traditionnels axés sur les affaires. Ces objectifs commerciaux génèrent un certain nombre d'initiatives IT (Information Technology), y compris ce qui suit [1] :

- Continuité d'affaire
- Consolidation du stockage
- Sécurité accrue dans le Data Centers
- Consolidation des applications, des serveurs et des centres de donnée
- Intégration d'applications client / serveur et multiniveau (n-tier), ou web applications liées aux services

## 2.2L'architecture de Data Center

L'architecture d'un Data Center d'entreprise inclut de nombreux domaines fonctionnels. Le but de cette section est de décrire l'architecture générale du Data Center d'une entreprise connectée à Internet et prenant en charge une ferme des serveurs intranet. La figure 1-1 présente l'architecture du Data Center



**Figure 1.1** Topologie d'architecture du Data Center [1]

Les fonctions de connectivité de noyau prises en charge par les Data Center sont la connectivité Internet Edge et la connectivité du campus et la connectivité de la ferme de serveurs comme présenté dans la Figure 1.1

Internet Edge fournit la connectivité de l'entreprise à l'internet et ses fonctions de redondance et de sécurité associées, telles que :

- Connexions redondantes vers différents fournisseurs de services
- Routage externe et interne via le protocole EBGP et le Protocole IBGP
- Sécurité de bord pour contrôler l'accès à partir d'Internet
- Contrôle de l'accès à Internet auprès des entreprises clientes

Les commutateurs de noyau du campus fournissent une connectivité entre Internet Edge, l'intranet des serveurs, le réseau de campus et le WAN privé. Le noyau commutateurs se connecte aux périphériques qui permettent d'accéder à d'autres grandes zone du réseau, telle que les Routeurs WAN Edge privé, les commutateurs d'agrégation de la ferme de serveurs et les commutateurs de distribution du campus.

### 2.2.1 La Couche d'agrégation

La couche d'agrégation est le point d'assemblage pour les périphériques qui fournissent des services à tous les fermes des serveurs. Ces périphériques sont des commutateurs multicouches, -des parefeu et Load Balancers.

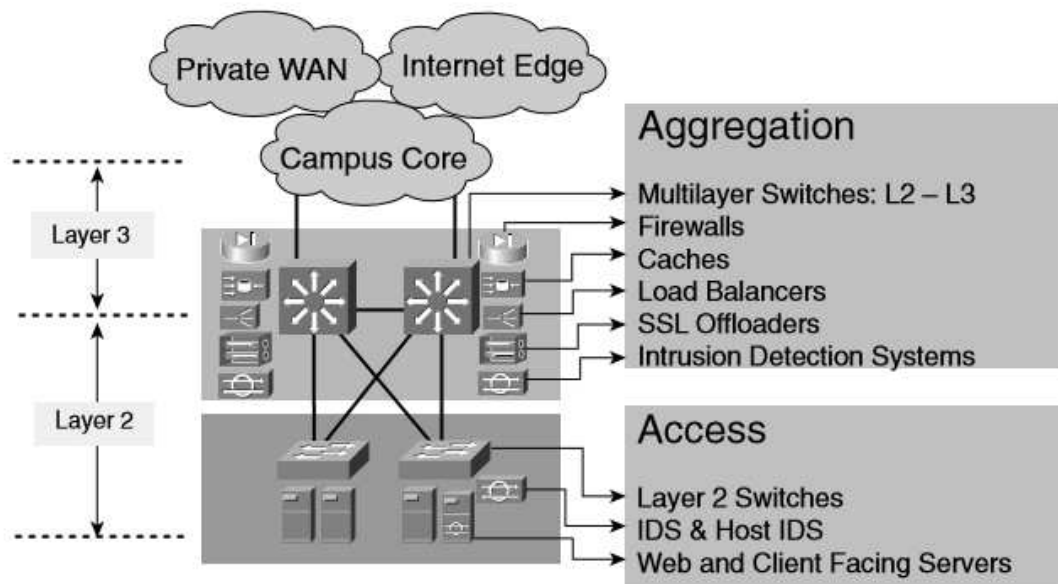
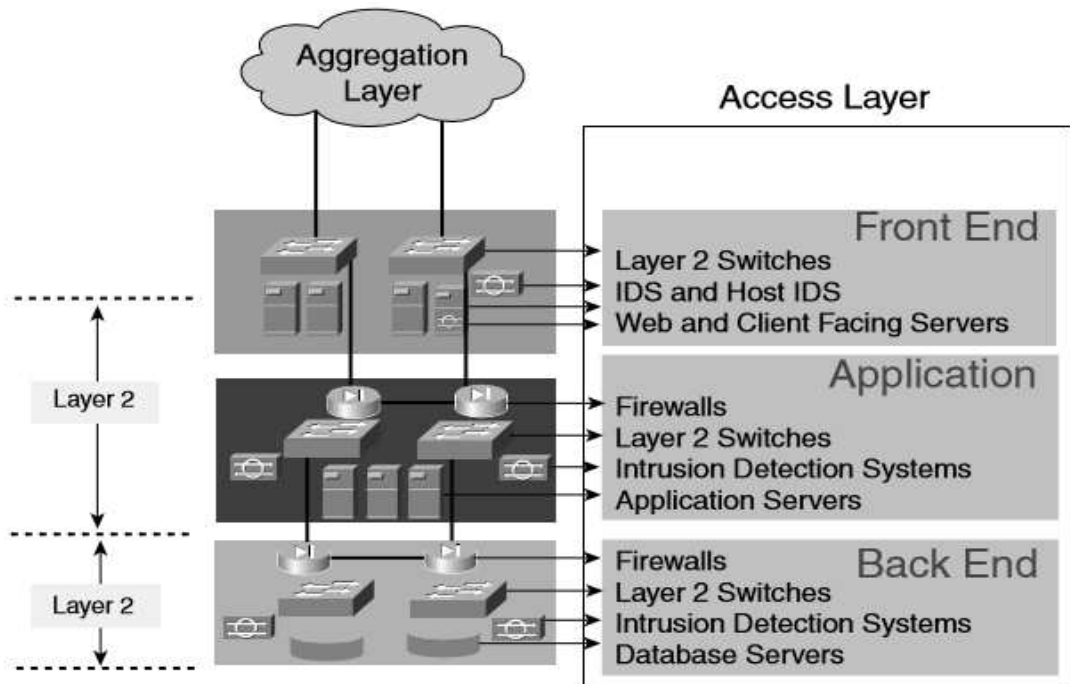


Figure 1.2 Agrégation et couche d'accès [1]

Les commutateurs d'agrégation prennent en charge la commutation traditionnelle des paquets au niveau des couches 2 et 3, en plus des protocoles et des fonctionnalités pour prendre en charge la connectivité de couche 3 et couche 2.

### 2.2.2 Couche d'accès

La couche d'accès fournit la connectivité de couche 2 et les fonctionnalités aux serveurs.



**Figure 1.3** Les segments de couche d'accès [1]

### 2.2.2.1 Le segment Front-End

Le segment Front-End se compose des commutateurs de couche 2, des périphériques de sécurité et des fermes de serveurs Front-End. Les fermes de serveurs incluent généralement FTP, Telnet, SMTP, serveur web, DNS etc...

Les fonctions de sécurité comprennent l'inspection ARP (Address Resolution Protocol) les VLAN privés et autre activité contre les attaques sur la couche 2. Les périphériques de sécurité incluent basés sur les systèmes d'intrusion dans le réseau IDS (Intrusion Detection System) et les systèmes basés sur l'hôte.[1]

### 2.2.2.2 Le segment d'application

Le segment d'application possède les mêmes composants d'infrastructure réseau en tant que le front-end et les serveurs d'application. Ce segment utilise des pare-feu entre le web et les

serveurs d'application, les IDS et IDS hôtes. La sécurité à ce segment est concentrée sur le contrôle des protocoles utilisés entre les serveurs Front-End et les serveurs d'application pour éviter les attaques qui exploitent une application vulnérable.

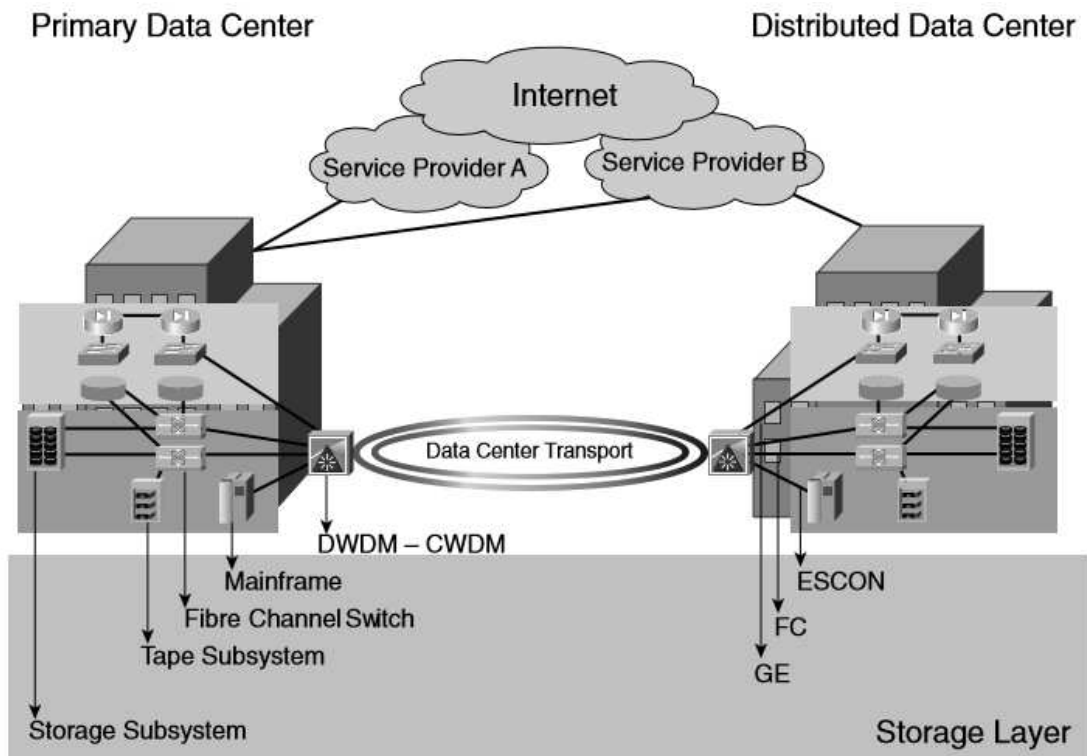
#### 2.2.2.3 Le segment Back-End

Le segment back-end est le même que les deux segments précédents, sauf qu'il prend en charge la connectivité aux serveurs de base de données. Les caractéristiques de segment Back-End sont identiques au segment d'application, mais les considérations de sécurité sont plus strictes pour mieux protéger les données critiques ou non.

#### 2.2.3 La couche de stockage

La couche de stockage comprend l'infrastructure de stockage telle que les commutateurs Fibre Channel et les routeurs supportant les interfaces SCSI (Small Computer System Interface) sur IP (iSCSI) ou le Fibre Channel sur IP (FCIP). Les périphériques du réseau de stockage fournissent la connectivité aux serveurs, les périphériques de stockage tels que les disques et les bandes.

Le réseau utilisé par ces périphériques de stockage est appelé SAN. Les environnements Data Center supportent la communication à haut débit entre les serveurs et le stockage et entre les périphériques de stockage. Ces environnements à haute vitesse sont supportés par la technologie SAN.



**Figure 1.4** couche de stockage et de transport [1]

La figure 1.7 présente la couche de stockage et le modèle des éléments d'environnements de Data Centers uniques et distribués. Et aussi le nombre des serveurs de base donnée et les disques connectés aux commutateurs Fibre Channel.

#### 2.2.4 La couche de transport

La couche de transport du Data Center comprend les technologies suivantes :

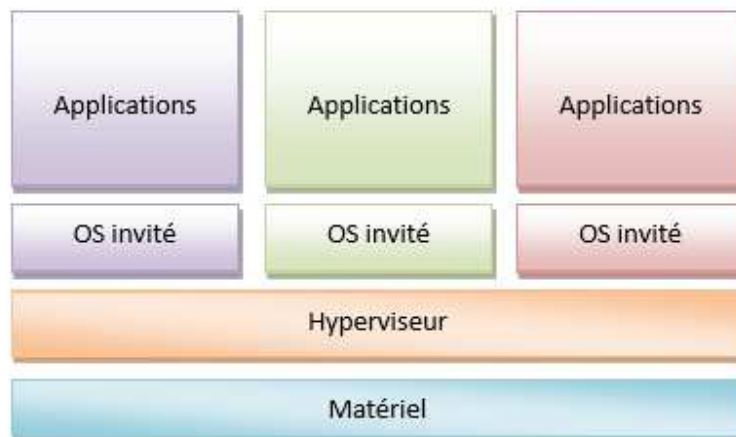
- 1-Communication entre les distributions de Data Center pour le routage du trafic le client vers le serveur.
- 2- Communication entre les fermes de serveur distribué dans le Data Center.

## 3 la virtualisation

### 3.1 Définition de la virtualisation

La virtualisation de serveurs est un ensemble de techniques et d'outils permettant de faire tourner plusieurs systèmes d'exploitation sur un même serveur physique [2]. Le principe de la virtualisation est donc un principe de partage : les différents systèmes d'exploitation se partagent les ressources du serveur. Pour être utile de manière opérationnelle, la virtualisation doit respecter deux principes fondamentaux :

- Le cloisonnement : chaque système d'exploitation a un fonctionnement indépendant, et ne peut interférer avec les autres en aucune manière.
- La transparence : le fait de fonctionner en mode virtualisé ne change rien au fonctionnement du système d'exploitation et a fortiori des applications et implique la compatibilité entre toutes les applications qui peuvent tourner sur un système virtualisé, et leur fonctionnement n'est en rien modifié.



**Figure 1.5** Les différentes couches d'un serveur virtualisé [3]

### 3.2 Les hyperviseurs

Un hyperviseur est une plate-forme de virtualisation qui permet à plusieurs systèmes d'exploitation de travailler sur une même machine physique en même temps [2].

#### 3.2.1 hyperviseur de type 1

Un hyperviseur de Type 1, ou natif, voire "bare metal" (littéralement "métal nu"), est un logiciel qui s'exécute directement sur une plateforme matérielle, cette plateforme est alors considérée

comme outil de contrôle de système d'exploitation. Un système d'exploitation secondaire peut, de ce fait, être exécuté au-dessus du matériel. L'hyperviseur type 1 est un noyau hôte allégé et optimisé pour ne faire tourner initialement que des noyaux de systèmes d'exploitation invités adaptés et optimisés à cette architecture spécifique, ces systèmes invités ayant "conscience" d'être virtualisé. Sur des processeurs ayant les instructions de virtualisation matérielle (AMD-V et Intel VT), le système d'exploitation invité n'a plus besoin d'être modifié pour pouvoir être exécuté dans un hyperviseur de type 1. Quelques exemples de tels hyperviseurs plus récents sont Xen, Oracle VM, ESX Server de VMware.

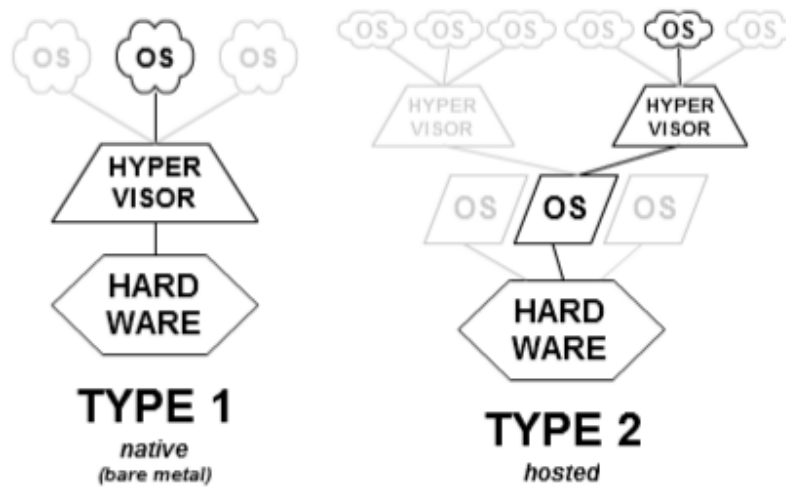


Figure 1.6 Les types des hyperviseurs [2]

### 3.2.2 hyperviseur de type 2

Un hyperviseur de Type 2 est un logiciel qui s'exécute à l'intérieur d'un autre système d'exploitation. Un système d'exploitation invité s'exécutera donc en troisième niveau au-dessus

du matériel. Les systèmes d'exploitation invités n'ayant pas conscience d'être virtualisés, ils n'ont pas besoin d'être adaptés. Quelques exemples de tels hyperviseurs sont VMware Workstation, VMware Fusion, l'hyperviseur open source QEMU, les produits Microsoft Virtual PC et Virtual Server, Virtual Box d'Oracle, de même que Parallels Workstation de SWsoft et Parallels Desktop [2].

### 3.3 Les différents types de la Virtualisation

#### 3.3.1 Virtualisation Complète

La virtualisation dite complète permet de faire fonctionner n'importe quel système d'exploitation en tant qu'invité dans une machine virtuelle. Pour l'utilisateur final, ce type de virtualisation est la plus simple à mettre en place et est la plus pratique.

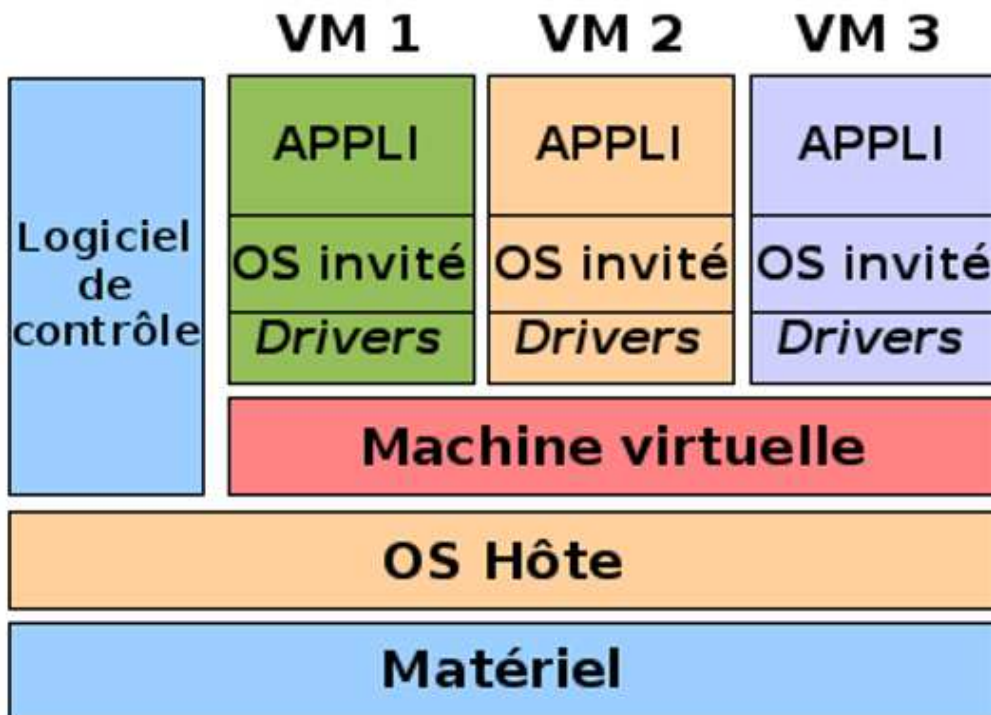


Figure 1.7 Virtualisation Complète [2]

**Principe :** L'hyperviseur crée un environnement virtuel complet simulant littéralement un nouvel ordinateur complet, avec du "faux matériel". À quelques rares exceptions, le système

d'exploitation invité (installé dans la machine virtuelle) ne communique qu'avec ce faux matériel simulé, rendant étanche l'environnement virtualisé.

**Limitations** : Ce type de virtualisation ne permet de virtualiser que des systèmes d'exploitation prévus pour la même architecture matérielle que le processeur physique de l'ordinateur hôte. Par exemple, un ordinateur équipé d'un processeur Intel x86 sera incapable de virtualiser un système d'exploitation prévu pour fonctionner dans une architecture PowerPC.

Quelques hyperviseurs de virtualisation complète :

- VirtualBox
- VMWare Pcouche, VMWare Workstation
- Parallels Desktop for Windows et Linux
- KVM

### 3.3.2 Para-Virtualisation

La paravirtualisation fait intervenir un hyperviseur. Il s'agit d'un noyau allégé au-dessus duquel viendront se greffer les systèmes invités. Contrairement à un système traditionnel de machines virtuelles où la virtualisation est transparente, avec la paravirtualisation, le système invité doit avoir conscience qu'il tourne dans un environnement virtuel ce qui implique d'employer un noyau modifié [2]. Ce type de virtualisation permet des performances bien plus importantes que la virtualisation totale.

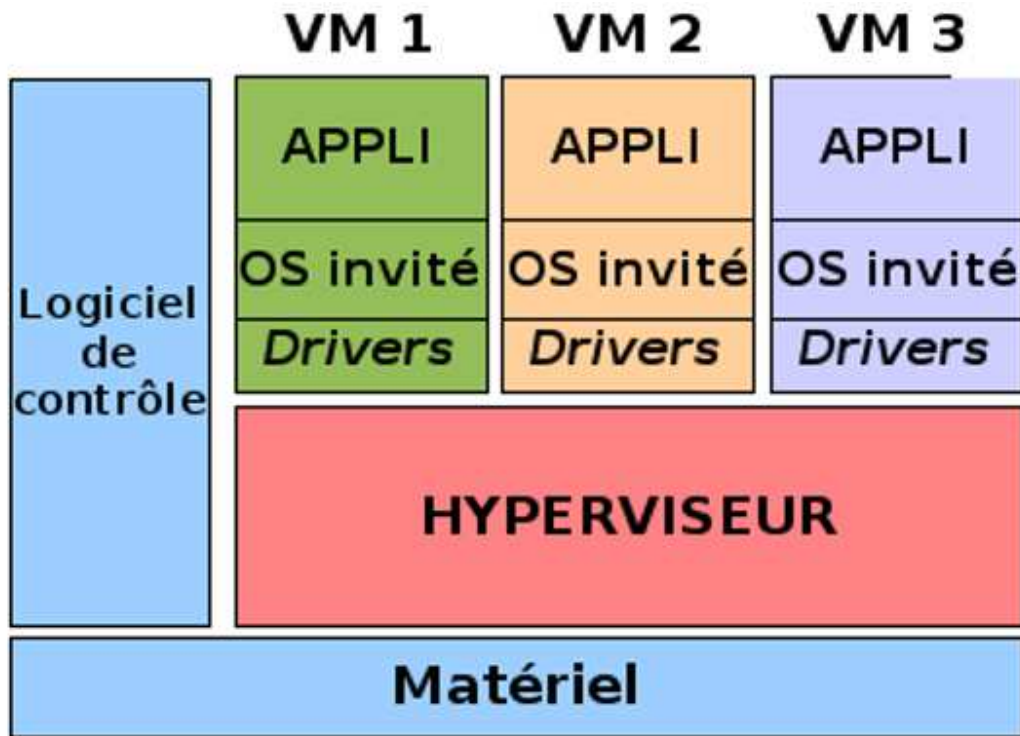


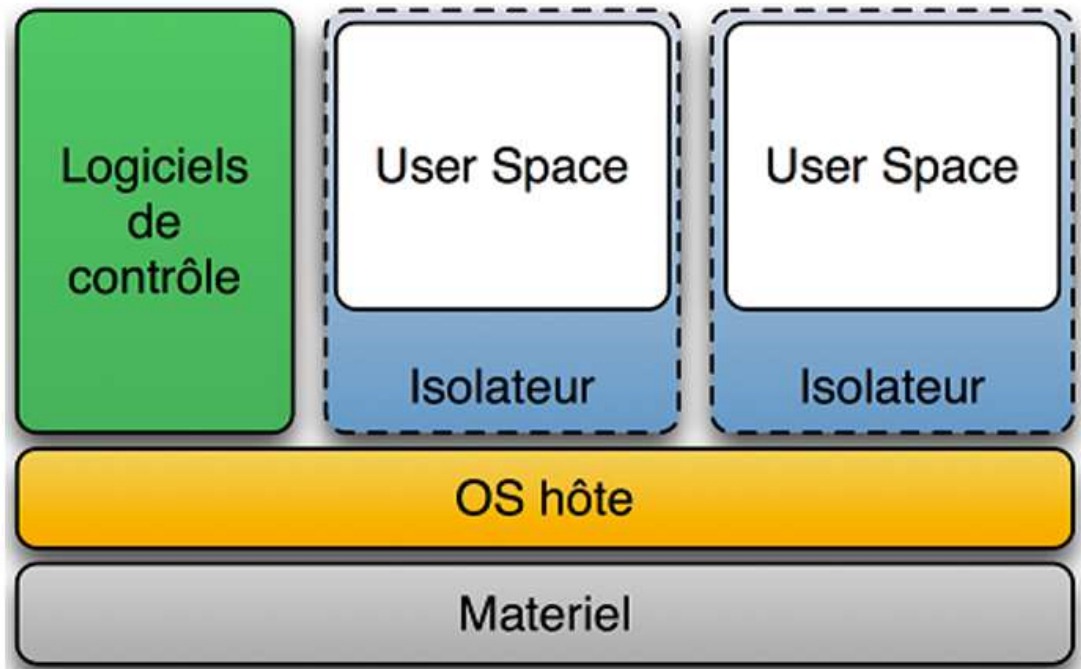
Figure 1.8 Para-Virtualisation [2]

Quelques hyperviseurs de virtualisation assisté :

- XEN
- VMWare ESX/ESXi
- Hyper-V (Microsoft)
- xVM

### 3.3.4 Les Isolateurs

Un isolateur est un logiciel permettant d'isoler l'exécution des applications dans ce qui sont appelés des contextes, ou bien zones d'exécution. L'isolateur permet ainsi de faire tourner plusieurs fois la même application dans un mode multi-instance (plusieurs instances d'exécution) même si elle n'était pas conçue pour ça. Cette solution est très performante, du fait du peu d'overhead (temps passé par un système à ne rien faire d'autre que se gérer), mais les environnements virtualisés ne sont pas complètement isolés [2].



**Figure 1.9** Isolateur [2]

La performance est donc au rendez-vous, cependant on ne peut pas vraiment parler de virtualisation de systèmes d'exploitation. Uniquement liés aux systèmes Linux, les isolateurs sont en fait composés de plusieurs éléments et peuvent prendre plusieurs formes.

Par exemple : Linux-VServer (isolation des processus en espace utilisateur) ; chroot (isolation changement de racine) ; BSD Jail (isolation en espace utilisateur) ; OpenVZ : libre, (partitionnement au niveau noyau sous Linux) ;

LXC : libre, (usage des Cgroups du noyau Linux).

### **3.4 La virtualisation du stockage**

La virtualisation du stockage est un procédé qui va séparer la présentation logique et la réalité physique de l'espace de stockage afin de limiter l'impact des modifications structurelles de l'architecture de stockage. La couche de virtualisation présente un espace de stockage logique et s'occupe de faire le lien avec la localisation physique des données. Les hyperviseurs assurent la liaison vers ces espaces de stockage appelés volumes physiques [4].

Les VM peuvent accéder aux volumes physiques de différentes façons. Ces différentes méthodes d'accès sont présentées dans la figure suivante.

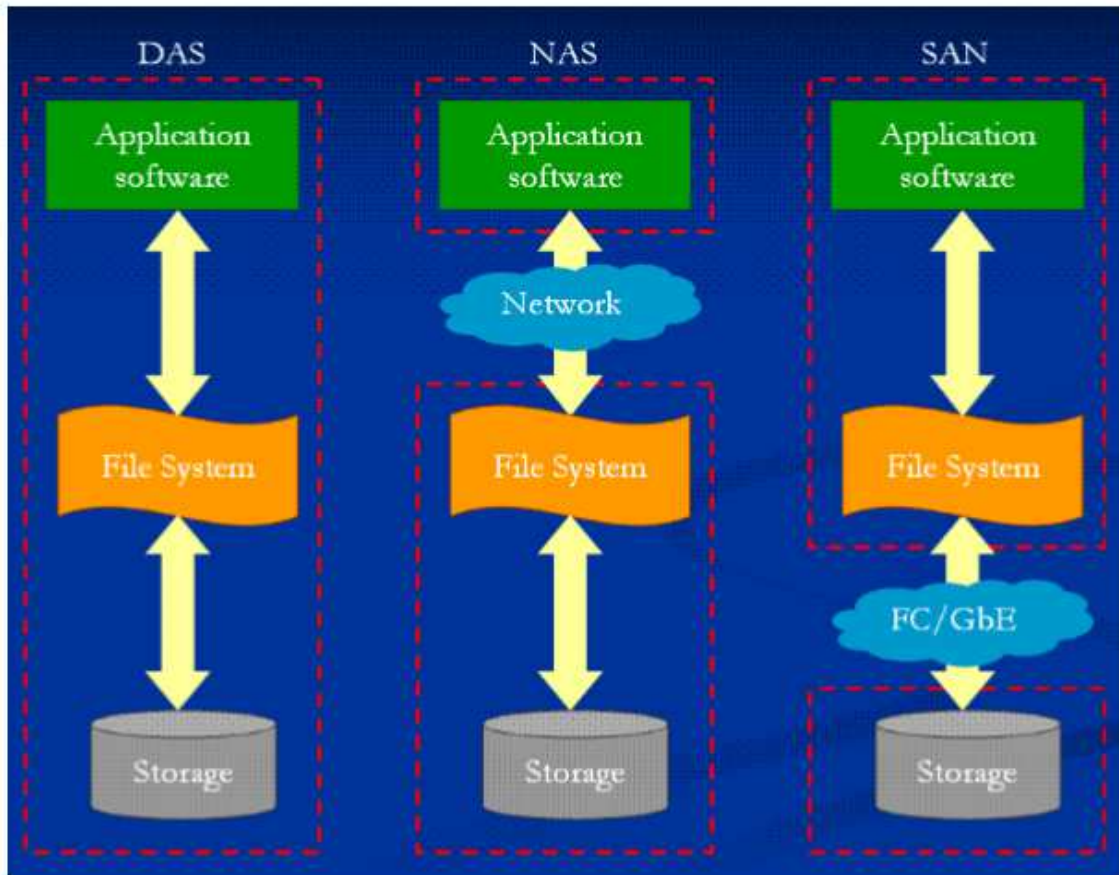


Figure 1.10 Méthodes d'accès aux volumes de stockage : DAS, NAS, SAN [4]

Les VM accèdent au stockage par trois méthodes :

- Le Direct Attached Storage (DAS) qui est un stockage directement attaché au serveur hôte par le biais de technologies ATA, SATA, eSATA, SCSI, SAS et Fibre Channel (FC) via des câbles dédiés.
- Le Storage Area Network (SAN), qui est un réseau de zone de stockage. Le chemin réseau, via les protocoles FC ou iSCSI6, est dédié aux échanges entre l'hyperviseur et la baie de stockage SAN.
- Le Networked Attached Storage (NAS) qui est un stockage en réseau et qui apparaît comme un serveur de fichiers distant via un réseau local ou étendu. Le NAS utilise des

protocoles spécialisés d'accès aux fichiers et de partage de fichiers comme NFS, CIFS, SMB [4].

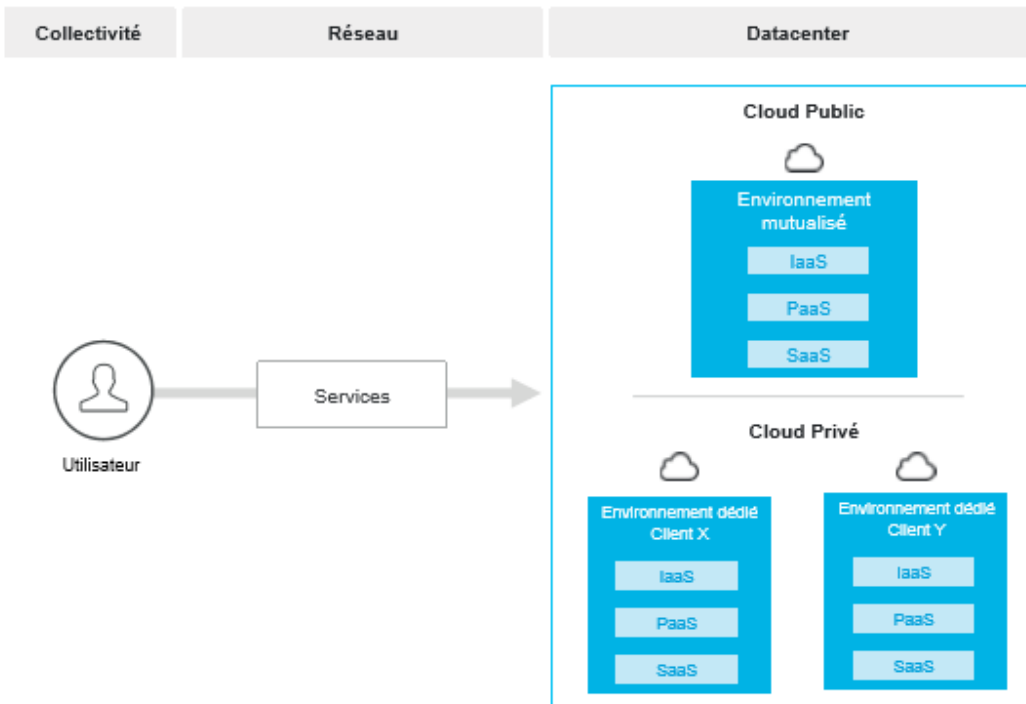
## **4 Le cloud computing**

### **4.1 Définition du cloud computing**

Le Cloud computing est un modèle d'accès à travers le réseau internet à un ensemble des ressources numériques, pouvant être allouées et libérées à la demande et pour lesquelles le fournisseur du service assure l'ensemble des activités de maintenance, de support et d'exploitation [5].

Ce modèle offre des services de différentes natures, allant des services d'infrastructure (location de capacités de stockage ou de calcul), des services de plateforme (location d'environnements de développement préconfigurés) ou de services d'applications (location d'applications).

Ces services sont opérés par le fournisseur et rendus accessibles au travers du réseau internet. Ils sont déployés sur des environnements informatiques partagés et mutualisés. Pour garantir une meilleure qualité de service et assurer la haute disponibilité de leurs services numériques, les fournisseurs de Cloud computing hébergent ces environnements dans des infrastructures de type Data Center.



**Figure 1.11** Cloud Computing et modes de déploiement [5]

Le succès d'un service Cloud computing repose sur trois composantes clés [5] :

- La qualité de la solution logicielle et du support associé
- La disponibilité de la solution, liée au niveau de performance du Datacenter qui l'héberge et à la qualité de la connexion internet
- La sécurité de la solution, reposant en partie sur le niveau de sécurité du Data Center.

#### 4.2 Les caractéristiques du Cloud Computing

- Une large accessibilité via le réseau : les services sont accessibles en ligne et sur tout type de support (ordinateur de bureau, portable, smartphone, tablette). Tout se passe dans le navigateur internet

- Mesurabilité du service : l'utilisation du service par le client est supervisée et mesurée afin de pouvoir suivre le niveau de performance et facturer le client en fonction de sa consommation réelle
- Une solution multitenant ou multIClient : une même instance d'un logiciel est partagée par l'ensemble des clients de façon transparente et indépendante
- Une disponibilité à la demande : le service peut être souscrit rapidement et rendu opérationnel automatiquement avec un minimum d'interaction avec le fournisseur
- L'élasticité immédiate des ressources : des ressources supplémentaires peuvent être allouées au service pour assurer la continuité du service en cas de pic de charge, ou être bien réallouées à un autre service dans le cas inverse
- La mutualisation des ressources : les ressources utilisées pour exécuter le service sont mutualisées pour servir à de multiples clients

### 4.3 Les Services de Cloud Computing

Les offres de Cloud computing se décomposent en trois familles de services : IaaS, PaaS et SaaS [5].

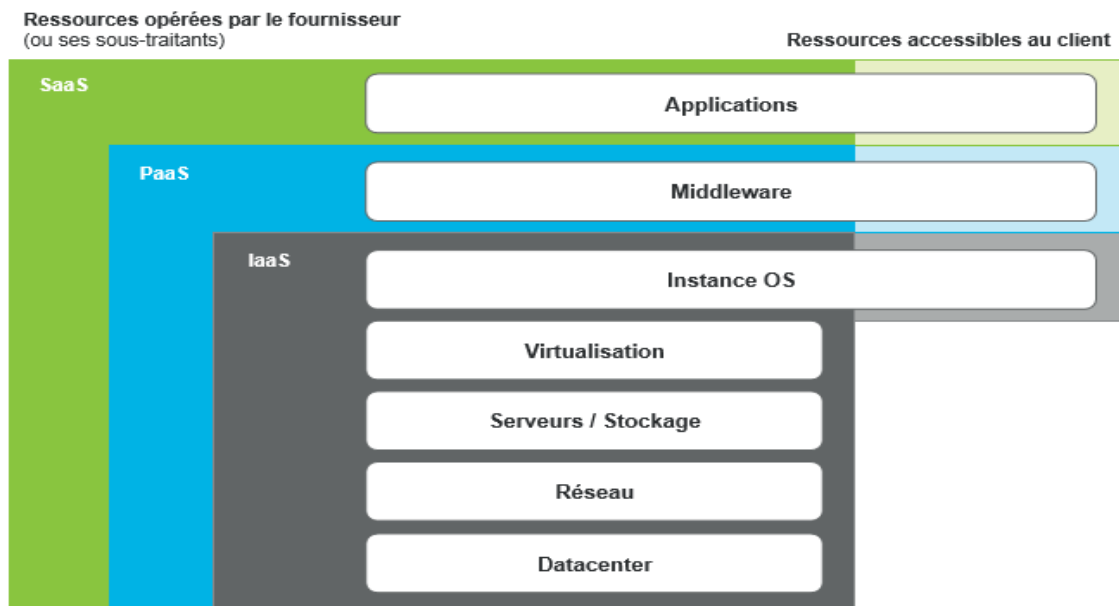


Figure 1.12 Catégories d'offres Cloud Computing et couches techniques [5]

#### 4.3.1 IaaS – Infrastructure as a Service : des serveurs virtuels disponibles à la demande

Il s'agit de l'offre la plus basique dans le portefeuille Cloud computing correspondant à la location de capacités de calcul et de stockage

Dans un service IaaS, le fournisseur met à disposition et administre les ressources matérielles virtualisées comprenant :

- La puissance de calcul
- Les unités de stockage des données
- Les réseaux
- Les couches de virtualisation
- Les systèmes d'exploitation

Le client prend en charge la gestion et l'exploitation de toutes les couches supérieures, middlewares, bases de données, applications. La souscription à une offre IaaS permet au client d'externaliser son parc matériel serveur et de s'affranchir des compétences de conception et d'exploitation des infrastructures techniques.

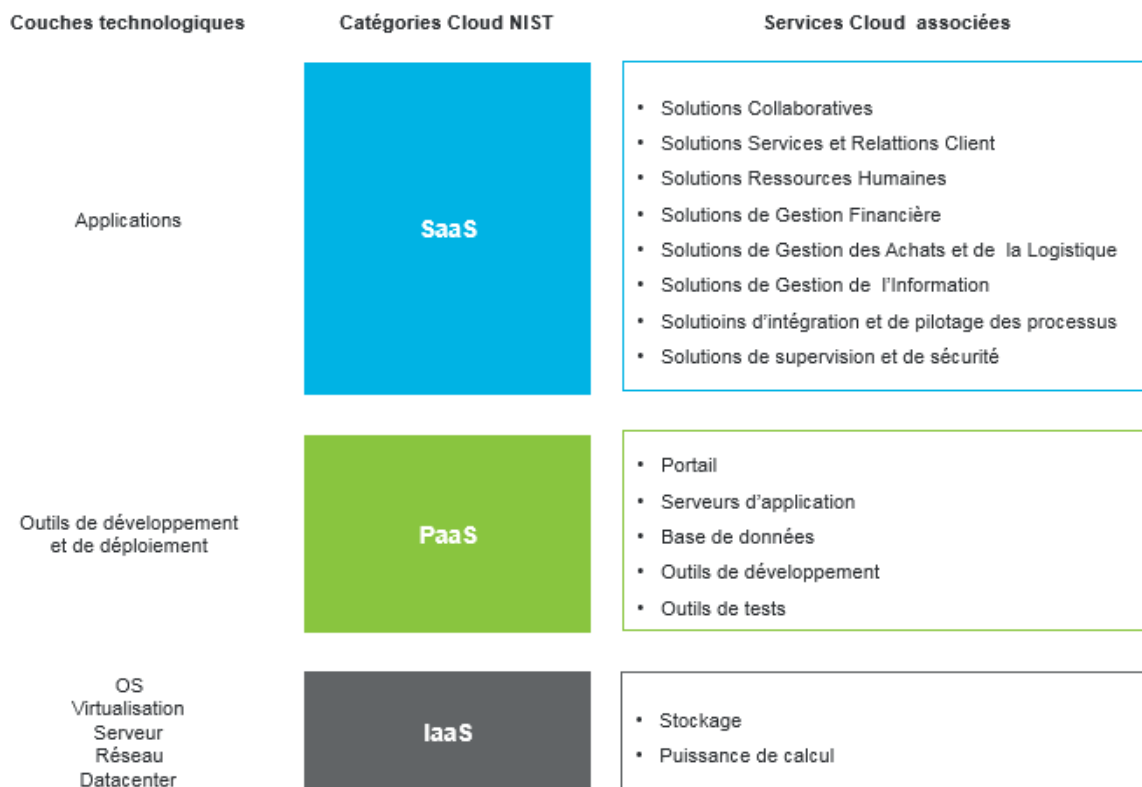
#### 4.3.2 PaaS – Platform as a Service : des plateformes de développement prêtes à l'emploi

Il s'agit de l'offre intermédiaire dans le portefeuille Cloud computing. Le fournisseur met à disposition une plateforme middleware opérationnelle, incluant des serveurs d'applications, des bases de données et les outils permettant au client de développer et de déployer ces propres applications [5].

Cette configuration est très employée pour disposer de plateformes de développement ou de tests disposant de l'ensemble des outils et middleware nécessaires, en évitant ainsi les tâches de construction et de maintenance de ces plateformes non critiques. Elle se destine donc naturellement avant tout aux développeurs.

4.3.3 SaaS – Software as a Service : des services métiers à la demande. Il s'agit d'une offre « tout compris ». Le prestataire met à disposition une application qu'il administre et configure en majeure partie. Le client externalise ainsi ses applications (logiciels métiers ou solutions

techniques à destination des DSI), auxquelles il accède à la demande. Il paie à l'usage, selon le nombre d'utilisateurs et/ou le temps d'utilisation du logiciel [5].



**Figure 1.13** les services Cloud Computing par catégorie [5]

## 4.4 Les modèles de déploiement du cloud computing

### 4.4.1 Le cloud privé

Le cloud privé est réservé pour un usage interne. Soit la solution cloud est interne, dans ce cas, l'entreprise est propriétaire. Soit la solution cloud est basée sur une location entre l'entreprise et le fournisseur [3].

### 4.4.2 Le cloud public

Le cloud public est réservé pour un usage externe. La solution est fournie à toute catégorie d'utilisateur. L'infrastructure quant à elle reste à la charge de l'entreprise qui propose les services.

#### 4.4.2 Le cloud communautaire

Le cloud communautaire est une solution cloud partagée entre plusieurs organisations d'une même communauté (un Etat par exemple). Cette solution peut être gérée en interne ou bien en externe, via un tiers [3].

#### 4.4.3 Le cloud hybride

Le cloud hybride est une solution formée à partir de deux ou plusieurs modèles de déploiement cloud.

### **5 conclusion**

A niveau de ce chapitre nous avons clarifié le fondamentale de Data Center avec leur infrastructure et le concept du virtualisation avec les différents types ainsi que le cloud computing et leurs caractéristiques, modèles et services. Cela nous a conduits à déterminer notre besoin pour mettre en place une optimisation de placement du virtuelle machine dans l'environnement cloud computing.

# **CHAPITRE 2**

## **L'efficacité d'énergie dans l'algorithme de placement MV**

## 1 Introduction

Le placement des machines virtuelles consiste à mettre des objets(MVs) définis et caractérisés par un volume (CPU, Mémoire, Réseau), dans des serveurs avec des volumes limités. Le but est de placer tous les objets en utilisant un nombre minimum de serveurs.

Le placement optimal de MVs dans MPs fournis une performance à l'utilisation des ressources. Elle nous donne l'efficacité énergétique et QoS (quality of service), no violation SAL (Service Level Agreement). A ce chapitre nous allons présenter le problème avec ses complexités de placement de MV dans le MP, la migration de MVs, migration direct, les types placement MVs, ainsi que le schéma de placement MV avec quelques solutions dans littérature de ce problème, efficacité énergétique, technique d'optimisation d'énergie et le modèle de système de planification de notre travail qui est centré sur la gestion des demandes de ressources d'utilisateurs et aussi le problème d'efficacité énergie par placement de MV et la gestion des ressources dans le Data Center Cloud, le modèle d'énergie, et l'algorithme de planification. .

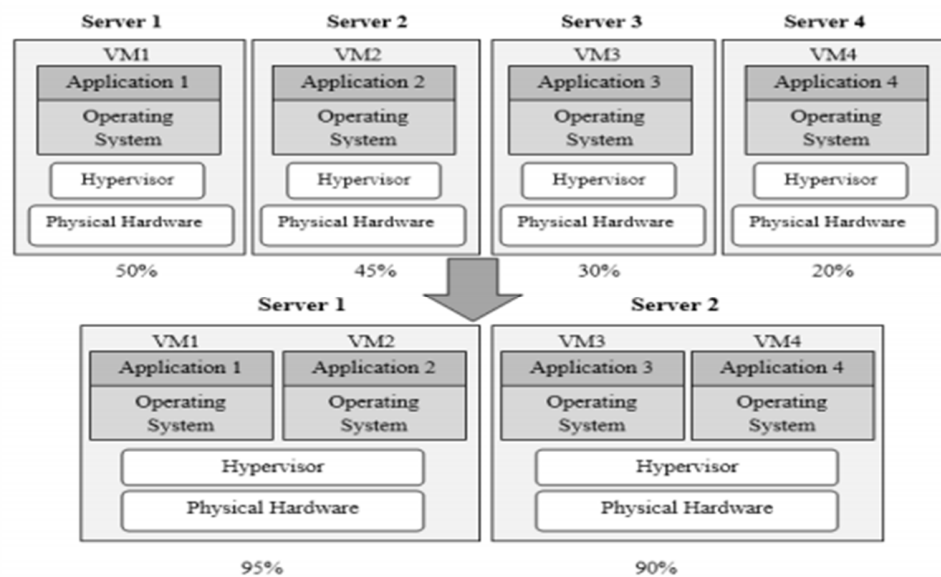
## 2 Problème de placement des machines virtuelles

Le placement de la machine virtuelle est une opération critiquée menée pour déterminer le MP ou le serveur le plus approprié héberger la MV. La sélection d'un hôte approprié est très importante pour améliorer l'efficacité énergétique, l'utilisation des ressources est prise en charge de la qualité de service(QoS) dans un environnement de cloud computing. Le placement de MV dans le cloud computing est très important mais c'est une tâche très complexée et pourquoi ? premièrement, les modèles d'arrivées des demandes d'instanciation MV peuvent ne pas être prévisibles. Deuxièmement la taille du Data Centers est souvent grande pour une charge donnée, trouver le scénario optimal ou peu optimal malgré ça il est NP-difficile, parce que, par exemple, si  $n$  est le nombre total de machines virtuelles et  $m$  est le total nombre de serveurs, alors le nombre de mappage possible peut être  $m^n$ .

Le problème du placement de MV peut être divisé en deux parties : la première partie est l'admission de nouvelles demandes pour l'approvisionnement MV et le placement des machines

virtuelles acceptées sur les hôtes (le placement initial de la machine virtuelle), tandis que l'autre partie est l'optimisation du placement des machines virtuelles dans le processus de migration de machine virtuelle [7].

Figure 2-1, en utilisant la consolidation MV, le nombre de serveurs actifs est réduit et les machines virtuelles sont compressées seulement deux serveurs actifs restants. Les deux autres serveurs peuvent être arrêtés et plus tard. Aussi, pour améliorer la performance et répondre aux demandes de SLAs, parfois les MV sont migrées à partir d'un serveur surchargé pour réduire la charge du serveur. Pour ce faire, il faut d'abord trouver l'hôte surchargé et sélectionné quelques MV dans l'hôte surchargé pour la migration et les placés sur une machine physique de destination légèrement chargée satisfaire ses besoins de ressources, y compris bande passante, utilisation du processeur, mémoire et stockage.



**Figure 2.1** Un exemple de consolidation de MV [7]

### 2.1 Migration direct MV pour l'optimisation de placement de machine virtuelle

La migration directe des machines virtuelles (Live migration) transfère l'état de la mémoire d'une machine virtuelle d'une machine à une autre pour faciliter les services sans interrompus aux

applications en cours d'exécution. Toute migration de machine virtuelle en cours entraîne une indisponibilité d'une migration au cours de laquelle les services s'exécutent, et ça c'est mieux.

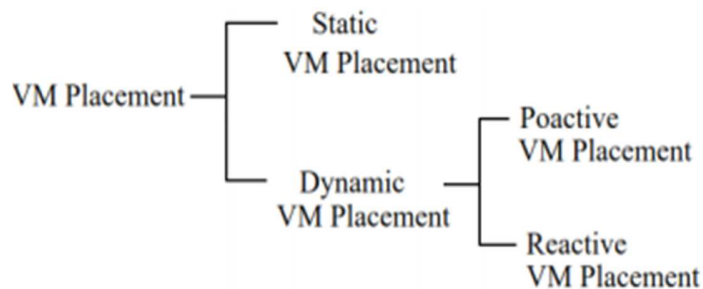
Anwasha Das dans sa recherche décrit que tous les algorithmes qui tentent d'allouer efficacement ressources sur-la demande par la migration en direct répond à quatre questions déterminer quand un hôte est considéré comme surchargé ?, déterminer quand un hôte est considéré comme étant sous-chargé ?, choisir les machines virtuelles qui devraient être migrées d'un hôte surchargé, et trouver un nouvel placement des machines virtuelles sélectionnées pour la migration à partir de la surcharge et hôtes sous-chargés ?[8]. Le tableau suivant les décrit succinctement et résume les objectifs de haut niveau tout en répondant à ces questions pour chacun des objectifs souhaités :

Buts	Consolidation serveur	Equilibrage de charge	Migration point chauds
Quand migrer ?	Les points froids sur les MPs	Charger le déséquilibre sur les MP	Point chauds sur les MP
Quelle machine virtuelle à émigrer ?	MVs de légèrement MPs chargés	MVs provenant de MP surchargés	Bouquet de machines virtuelles de hotspo-MP
Où Émigrer ?	MP plus chargés	MPs légèrement chargés	MP qui a assez ressources à la maison

**Tableau 2.1** Heuristiques pour la gestion des ressources à l'aide de la migration [8].

## 2.2 les type de placement des virtuelles machines

Les types de placement de machine virtuelle peuvent être classés comme dynamiques et statiques :



**Figure 2.2** type de placement des virtuelles machines [7]

### 2.2.1 Placement statique de MV :

Le mappage des machines virtuelles est réparé tout au long de la durée de vie de la machine virtuelle et ne sera pas recalculée pendant une longue période de temps [7].

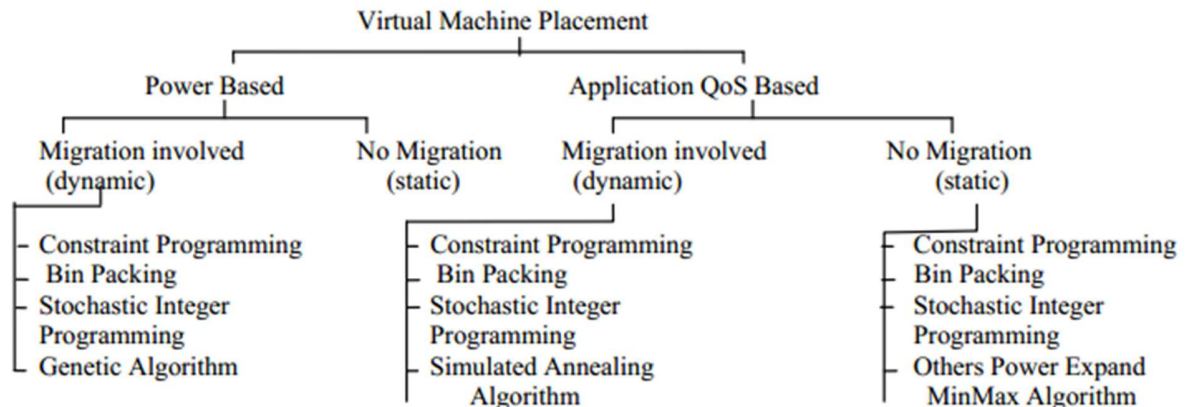
### 2.2.2 Placement dynamique de MV :

Le placement initial peut être modifié en raison de certains changements dans la charge du système. De plus, les algorithmes dynamiques de placement de MV peuvent être classés en tant que MV réactive et placement proactive.

- Placement réactive de MV : ce qui rend le placement initial après que le système a atteint certain état indésirable. Le changement peut être effectué en raison des problèmes de performance, de maintenance, de puissance ou de charge ou certaines violations de SLA.
- Placement proactive de MV : qui change la machine virtuelle de la machine physique (MP) d'un placement initial avant que le système atteinte une certaine condition.

## 3 Schéma de placement MV

L'objectif de placement MV peut être maximiser l'utilisation des ressources disponibles et économiser de l'énergie. Basé sur objectif de placement. Anjana Shankar dans sa recherche a largement classé les algorithmes de placement MV comme suit [10] :



**Figure 2.2** Classification des algorithmes de placement MV [10]

De nombreux algorithmes simples et primaires de placement de MV existent et largement utilisés par d'autres systèmes de placement pour la comparaison et l'évaluation. Ces algorithmes sont [7] :

- First Fit : C'est une approche gourmande que l'ordonnanceur considère séquentiellement les MP, un par un, et place la MV au premier MP qui a suffisamment de ressources.
- Next Fit : cette méthode de placement considère les MP un par un et place la MV au second MP qui a les ressources nécessaires.
- Random Fit : Une machine physique aléatoire est choisie pour placer la machine virtuelle.
- Least full first : la machine physique qui est la moins pleine et qui satisfait aux besoins en ressources du MV sélectionnée.
- Most Full First : les besoins des ressources de la MV choisie sont dans la machine physique la plus complète.
- First Fit Decreasing product : chaque machine physique ou MV est représentée avec différentes capacités de ressources et chaque capacité de ressource est normalisée dans le pourcentage d'utilisation

### 3.1 Placement de MV basé sur la programmation par contraintes

Dupont et d'autres (1) Présentent un cadre flexible basé sur l'allocation et la consolidation énergétique des MV dans les centres de données cloud et utilisent la programmation par contraintes pour exprimer les contraintes du Data Centers. Le noyau élément de l'infrastructure est l'optimiseur qui tente de réduire le trafic de communication total et optimise l'utilisation maximale de la liaison réseau (MLU). A condition avec une légère variation du trafic total. Ce système peut équilibrer la distribution du trafic réseau et réduire les points chauds d'encombrement du réseau. L'optimiseur vise à calculer une affectation des MV aux nœuds qui minimisent la consommation d'énergie globale d'une fédération des centres de données tout en satisfaisant différents SLA [11].

### 3.3 Placement de MV basé sur la théorie des jeux

La théorie des jeux aborde les situations dans lesquelles le résultat de la décision d'une personne dépend non seulement de la façon dont elle choisit parmi plusieurs options, mais aussi sur les choix faits par les personnes avec lesquelles ils interagissent. L'auteur In (2) donne un algorithme évolutif basé sur la théorie des jeux pour gérer le placement dynamique des machines virtuelles. Dans ce régime, d'abord, un modèle de consommation d'énergie est construit pour fournir un soutien pour le calcul de la quantité d'énergie consommé au cours du processus complexe d'ajustement dynamique du placement des machines virtuelles. Ce schéma prend la solution initiale dans le compte et produit une liste exécutable de migrations en direct MV de la solution initiale à la solution cible. Il est basé sur la théorie des jeux aléatoires multijoueur qui implique une population de décideurs, et certains peuvent abandonner leur meilleure stratégie, tout en choisissant une stratégie aléatoire à certain taux [12].

### 3.5 Placement MV base heuristique

Pour résoudre le problème du placement de MV en ligne. Huang et d'autres (3). Fournir un modèle de partition spatiale multidimensionnelle pour caractériser les états d'utilisation des ressources des MPs. Dans ce modèle, chaque dimension de l'espace correspond à une ressource

unidimensionnelle, et l'ensemble des espaces est divisé en trois domaines avec des caractéristiques distinctives, qui indiquent la pertinence de la ressource d'utilisation pour chaque tâche de placement. Basés sur le modèle de partition spatiale multidimensionnelle, ils proposent un algorithme de placement de MV, qui peut équilibrer l'utilisation de ressources multidimensionnelles, réduire le nombre de MP en cours et atténuer l'énergie de consommation. Lorsqu'une nouvelle tâche de placement de machine virtuelle arrive, cet algorithme vérifie l'état d'utilisation des ressources postérieures pour chaque MP faisable, puis choisit le MP le plus approprié. Cet algorithme peut rendre les ressources utilisées d'une manière plus équilibrée et introduit des fragments de ressources consommant de moins en moins et de plus en plus, d'énergie [13].

Gupta et d'autres (4). Se concentrent sur le problème du placement de plusieurs instances de MV comprenant une seule requête de travail aux MP satisfaisant les exigences du SLA et améliorant l'utilisation des ressources. Gupta et al proposent une planification d'algorithme d'une haute performance de calcul conçu pour le placement MV qui permet de la bonne utilisation des ressources. Cette algorithme est implémenté dans le cloudSim et Open Stack Compute (Nova). [14]

### **3.6 Placement MV base algorithme génétique**

Liu et d'autres (5). Proposer un modèle de placement de MV multi-objectif qui minimise le nombre de MP actives et également le trafic de communication équilibrant aussi l'utilisation des ressources multidimensionnelles au sein d'un Data Centers. Dans ce cas un algorithme évolutif multi-objectif amélioré appelé NS-GGA est conçu pour incorporer le tri rapide non dominé de NSGA-II dans les algorithmes génétiques de groupement. Le NS-GGA adopte un tri et un groupage rapides non dominés d'opérateurs génétiques pour approcher le front pareto-optimal [15].

Xu et d'autre (6). Formuler le placement de MV comme un problème d'optimisation multi-objectif et simultanément optimiser les objectifs conflictuels tels que l'utilisation efficace des ressources multidimensionnelles, en évitant les points chauds, et réduire la consommation d'énergie. A cet effet, une évaluation multi-objectifs floue est appliquée dans le placement d'algorithme afin de combiner les objectifs conflictuels [16].

Schémas	Traffic-aware	Energy-aware	Cost-aware	Resource-aware	Application-aware
(1)		✓			
(2)			✓		
(3)			✓		
(4)					✓
(5)	✓	✓			
(6)				✓	

**Tableau 2.3** Les objectifs de programmation par contraintes, théorie des jeux, heuristique, GA [7].

## 4 Efficacité énergétique

L'utilisation économe en énergie des ressources du Data Centers peut être réalisée en deux étapes. La première étape efficace est le placement des machines virtuelles et la seconde est l'optimisation des ressources allouées dans la première étape en utilisant la migration en direct quand la demande de ressources change [8].

### 4.1 Techniques de placement MV énergétiques

Les algorithmes basés sur la puissance suivante ont été utilisés dans la littérature pour résoudre le problème de placement de MV comme objectif et l'efficacité énergétique [7] :

#### 4.1.1 Placement de MV à l'aide d'un algorithme génétique

En 2013 Ajith Singh. N et al. Examinaient le problème de placement de MV en se concentrant sur la maximisation de l'utilisation de la ressource multidimensionnelles et de la réduction d'énergie. Le problème de placement de MV est résolu en utilisant l'algorithme de Honey

Bee avec la classification hiérarchique pour réduire la consommation d'énergie dans les serveurs. L'utilisation de la technique de clustering dans MV facilite la recherche de ressources disponibles et permet de réduire le temps de réponse de migration effectué sur la détection de surcharge sur un hôte pour atténuer point chaud [18].

#### 4.1.2 Placement de la MV à l'aide Bin Packing

Ching-Chi Lin et d'autres. Dans l'année 2011 a proposé deux nouveaux algorithmes nommés Dynamic Round-Robin (DRR) hybride, pour la planification et la consolidation des machines virtuelles. Hybride combine First-Fit et DRR est une précision modèle de puissance pour estimer la consommation d'énergie résultant de chaque algorithme proposé [19].

#### 4.1.3 Placement de MV à l'aide de la programmation par contraintes

Li Xu et d'autres. Dans l'année 2012 étudient la question de l'exploitation du Data Centers d'une manière efficace sur le plan énergétique pour garantir des performances spécifiées et formuler le problème en tant qu'optimisation multi-objectif multi-contraintes problème qui est ensuite résolu par l'un des algorithmes d'optimisation multi-objectif évolution principale NSGA-II [20].

Placement MV heuristique	Ressources			Quand migrer		Buts de migration des	
	CPU	MEM	Band	Largeur Hôte	Hôte Sous-charge	Serveur	Point chaud
Algorithme génétique	✓	✓	✓	✓			✓
Bin packing	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Basée sur les Constraints	✓			✓	✓		

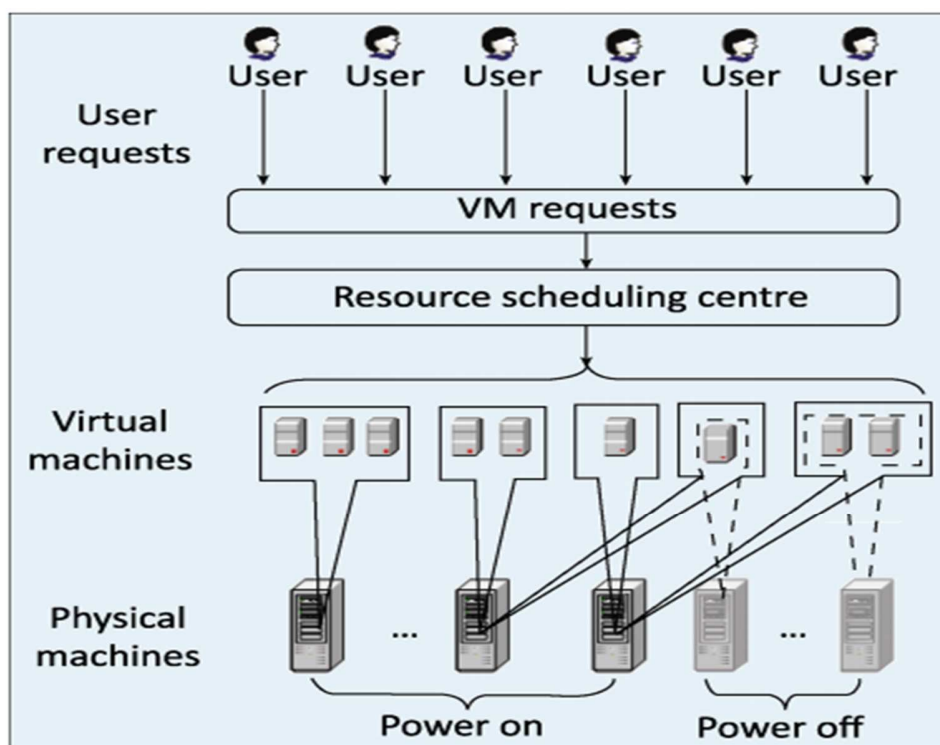
**Tableau 2.3** techniques d'optimisation de placement MVs à efficacité énergétique

## 5 Modèle de système

Ce travail se concentre sur l'infrastructure en tant que service IaaS. Dans l'infrastructure de cloud en tant que service l'infrastructure en nuage les fournisseurs allouent des ressources informatiques pour l'application Internet. Ils signent et se conforment avec le contrat de niveau de service (Service Level Agreement) SLA [9]. Contrat de niveau de service contient un ou plusieurs objectifs de niveau de service. Les objectifs de niveau de service signifient que les fournisseurs d'applications Internet garantissent la performance des applications aux utilisateurs du réseau. Cloud d'infrastructure doit allouer les ressources appropriées pour atteindre les objectifs de niveau de service de l'application, améliorer l'utilisation des ressources et réduire les frais inutiles.

### 5.1 Modèle de système de planification

Le modèle de système que nous utilisons représenter sur la Figure 2.3. La planification de virtuel machine dans le Data Centers de nuage est divisé en deux niveaux, le premier est la cession de la machine virtuelle, nous devons convertir les demandes des utilisateurs en ressources demandes, puis allouer les ressources informatiques aux applications. La deuxième partie est le placement des machines virtuelles, c'est-à-dire que nous plaçons les machines virtuelles sur machines physiques, pour compléter le mappage des MVs et des MP. Clairement, l'objet de notre étude est la deuxième couche. Nous mettons les machines virtuelles en machines physiques à travers le centre de répartition des ressources. Il se compose principalement de deux étapes, le placement initial des machines virtuelles et migration en direct des machines virtuelles. Notre algorithme est pour ces deux étapes, l'efficacité énergétique est un objectif important de cette article. Nous économisons l'énergie en tournant plus de machines physiques pour être inactif (ou laisser la machine physique inactive en hibernation). L'utilisateur soumet les demandes d'application, nous compléter le mappage entre machines virtuelles et machines physiques selon la machine virtuelle demandée par l'application.



**Figure 2.3** Modèle de système de planification [9]

## 5.2 Model d'énergie

De nombreux facteurs influent sur la consommation d'énergie. Généralement, le coût principal de chaque nœud est déterminé par le processeur, la mémoire, la capacité du disque dur et la bande passante du réseau. Dans ces ressources, l'utilisation du processeur a une priorité absolue. Le processeur consomme une grande partie de l'énergie. Nous supposons que la machine physique du Data Centers cloud a trois modes : mode veille, mode actif et mode inactive. De nombreux documents montrent que la consommation moyenne d'énergie de la machine physique inactive est de 70% de celle qui fonctionne à plein régime la vitesse. Ainsi, afin de réduire la consommation d'énergie globale, nous devons convertir le machine physique inactive en mode veille. L'utilisation du processeur a un linéaire classique relation avec la charge de travail de l'ensemble du système.

C'est-à-dire, l'utilisation du CPU est dans une certaine mesure au nom de l'efficacité énergétique [9,21]. Basé sur ce fait, nous utilisons le même modèle énergétique, tel que défini dans l'équation (1) dans le texte suivant :

$$P(u) = k.P_{max} + (1 - k)P_{max}.u \quad (1)$$

$P_{max}$  représente la puissance maximale du serveur avec la charge de travail de pointe,  $k$  indique la proportion de la puissance consommée par le serveur inactif, alors  $1-k$  représente le serveur de proportion de consommation avec la charge de travail, et  $u$  est l'utilisation du processeur

$$E = \int_{t_0}^{t_1} P(u(t))dt \quad (2)$$

L'utilisation du processeur peut changer au fil du temps et de la charge. Ainsi, l'utilisation du processeur est une fonction du temps, nous utilisons donc  $u(t)$  pour représenter. Par conséquent, l'énergie totale  $E$  d'une physique nœud peut être défini comme une partie intégrante de la fonction de consommation d'énergie sur une période de temps, comme indiqué dans l'équation (2).

Donc la consommation d'énergie par rapport à un Data Center est calculé

par la formule [22]

$$E_D = \frac{\sum_{j=1}^m P(u)_j}{m} \quad (3)$$

$m$  : nombre de machines physique dans un Data Center

### 5.3 L'algorithme de planification

Avec le développement de la technologie virtuelle, la clé de la planification des ressources pour cloud Data Center est la planification des machines virtuelles [9]. Nous allouons ressources informatique raisonnablement en fonction des exigences de performance de l'application. En même temps, nous pouvons intégrer la machine virtuelle sur moins de machines physiques. Alors on peut

basculer la machine physique inactive en hibernation, ce qui peut réduire considérablement l'énergie consommation. Le placement MV comprend principalement deux étapes :

1-La première est le premier placement de machines virtuelles, pour déterminer quelles machines physiques les machines virtuelles ont été disposées.

2-La seconde est la migration en direct des machines virtuelles pour réduire le nombre de machines physiques actives.

Le processus comprend quand les machines virtuelles migrent, les machines virtuelles à migrer et les machines physiques à migrer. L'organisation des machines virtuelles sur les machines physiques appropriées est une étape fondamentale. La clé est de savoir comment choisir les machines physiques appropriées. Notre proposition algorithme est basée sur l'efficacité énergétique, et donc la consommation d'énergie est l'un de nos critères de sélection. Cependant, en plus de la réduction d'énergie, nous espérons également que notre algorithme peut répondre à l'optimisation multi-objectif. Ainsi, nous considérons également les contraintes de ressources multidimensionnelles, tandis que nous introduisons l'utilisation équilibrée d'un des critères de sélection. Avant de présenter nos algorithmes, nous devons définir certains paramètres que nous avons utilisés, comme indiqué dans le tableau 2.4

PARAMETRES	SIGNIFICATION
$r_i^c$	capacité CPU de serveur physique
$r_i^m$	capacité mémoire de serveur physique
$r_i^n$	Bande passante de serveur physique
$r_{iR}^c$	restant CPU de serveur physique
$r_{iR}^m$	restant mémoire de serveur physique
$r_{iR}^n$	restant bande passante de serveur physique
$r_c$	CPU MV qui va être placé
$r_m$	mémoire MV qui va être placé
$r_n$	Bande passante MV qui va être placé
$CPU_i^u$	utilisation moyenne CPU de serveur physique
$MEM_i^u$	utilisation moyenne mémoire de serveur physique
$NET_i^u$	utilisation moyenne réseau de serveur physique

**Tableau 2.4** description de paramètre [9]

L'utilisation moyenne globale de la machine physique  $i$  est définie comme suit, montré dans la formule (4), en prenant l'utilisation moyenne du CPU, de la mémoire, du réseau bande passante.

$$IR_i^u = \frac{CPU_i^u + MEM_i^u + NET_i^u}{3} \quad (4)$$

La définition de l'utilisation multidimensionnelle déséquilibrée de la machine physique  $i$ , comme (5) montré

$$IUV_i = \frac{(CPU_i^u - IR_i^u)^2 + (MEM_i^u - IR_i^u)^2 + (NET_i^u - IR_i^u)^2}{3} \quad (5)$$

Les étapes approximatives que nous avons mentionnées dans l'algorithme de sélection de placement de machine virtuelle sont les suivantes : (1) Sélectionner des machines physiques qui peuvent être réglées, c'est-à-dire CPU, mémoire et la bande passante du réseau peut répondre aux exigences physiques de la machine virtuelle ; (2) sélectionnez les machines physiques les plus appropriées peuvent être définies en fonction de l'énergie et utilisation équilibrée standard. Par conséquent, les critères de sélection sont très importants, nous choisissons deux facteurs ici, l'utilisation équilibrée et la consommation d'énergie pour définir les critères de sélection, comme indiqué dans l'équation. (6).

$$SM_i = w_1 \cdot IUV_i + w_2 \cdot P_i \quad (6)$$

Dans l'équation. (6),  $w_1$ ,  $w_2$  représentent le taux de déséquilibre de puissance et la consommation d'énergie valeurs, les valeurs doivent met  $w_1 + w_2 = 1$ . Par exemple, nous définissons  $w_1 = w_2 = 0.5$ , représentant le même poids de l'utilisation déséquilibrée et la consommation d'énergie. L'algorithme spécifique est montré dans le tableau suivant :

---

Algorithm 1 energy-efficient virtual machine placement(EVMP)

---

Input: a new VM, a list of server S-list in the cloud Data Center

Output: a MV-MP Match

SM = max

For each server i in the S-list

if the server i has enough resource for the VM then calculate the selection criteria

value of the server i in Eq (5)

if(  $SM_i < SM$ ) then

SM =  $SM_i$

Assign the MV to the Server i

---

**Tableau 2.5** energy-efficient virtual machine placement(EMVP) [9]

L'algorithme EMVP n'est que la première partie de placement de la machine virtuelle. Ensuite, nous devons faire l'optimisation de l'allocation MV actuelle [7]. Nous devrions décider les MV migrer et où les migrer. Pour déterminer quelles machines virtuelles doivent être migrées, nous avons besoin d'introduire le seuil d'utilisation du nœud. Nous avons défini deux seuils, les seuils d'utilisation supérieur et inférieur pour les serveurs. Si l'utilisation des ressources du serveur est supérieure aux seuils supérieurs, certaines machines virtuelles devraient être migré du serveur pour réduire l'utilisation. En raison du fait que la migration de MV coûtent du temps et ont besoin de ressources supplémentaires pour stocker les données, nous devrions migrez les machines virtuelles aussi peu que possible. Si l'utilisation tombe en dessous des seuils inférieurs, tous des machines virtuelles sur le serveur doivent être migrées. Après que toutes les machines virtuelles ont migré vers d'autres MPs, le serveur doit être mis en mode veille pour réduire la consommation d'énergie. Nous proposons un algorithme de migration de minimisation économe en énergie pour l'optimisation de l'allocation MV actuelle. L'algorithme spécifique est présenté dans le tableau 2.6

---

Algorithm 2 energy-efficient minimization migration algorithm (EMMA)

---

Input: a list of server S-list in the cloud Data Center, the upper and the lower thresholds vector

Output: a VM migration list

For each server in the S-list

if the utilization of server  $i$  exceeds the upper thresholds then

migrate the minimum number of VMs

if the utilization of server  $i$  falls behind the lower thresholds then

for each MV in the server  $i$

migrate the MV through EMVP

turn the server to sleep mode

---

**Tableau 2.6** Energy-efficient minimization migration algorithm (EMMA) [9]

## 6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le placement de la machine virtuelle est une opération très importante pour la performance d'utilisation des ressources du Data Center et minimisation de la consommation d'énergie, les différents schémas de placement de MVs, les techniques d'optimisation d'énergie et le modèle de systèmes en relation avec notre travail.

Cette étude sur le problème et les solutions différentes nous a permis de déterminer notre travail dans le 3ème chapitre implémentation et résultats.

# **CHAPITRE 3**

**Implémentation et**

**Résultats**

## 1 Introduction

La minimisation d'énergie consommée dans le Data Center est le problème principal dans ce moment. L'objectif de nos implémentations est la sauvegarde et l'efficacité d'énergie par l'algorithme qui fait placement initial de MVs EVMP et l'algorithme EMMA qui devons faire l'optimisation de l'allocation MV actuelle par la migration de MVs. Dans ce chapitre, nous allons présenter l'environnement du travail et le langage de programmation Java, IDE de développement Eclipse, Implémentation d'algorithme EVMP et EMMA, expérience, et les résultats.

## 2 Langage et environnement de développement

L'implémentation et les tests dans un environnement possèdent les caractéristiques suivantes :

- Une machine avec un processeur Intel(R) Core(TM) i3-CPU vitesse 2.40 GHz une capacité mémoire 4GB. L'IDE Eclipse sous Windows 10 64 bits
- L'IDE Eclipse EE (Enterprise Edition) version JEE-OXYGEN avec langage Java
- Langage de programmation Java

Avant de passer à l'implémentation et l'expérimentation des résultats, nous allons présenter le langage de programmation Java et l'IDE Eclipse

### 2.1 Le langage de programmation Java

Java est un langage de programmation à usage général, évolué et orienté objet dont la syntaxe est proche du C. Ses caractéristiques ainsi que la richesse de son écosystème et de sa communauté lui ont permis d'être très largement utilisé pour le développement d'applications de types très disparates. Java est notamment largement utilisé pour le développement d'applications d'entreprise et mobiles [7].

Les caractéristiques :

- Java est interprété, portable : il est indépendant de toute plate-forme
- Java est orienté objet
- Java est simple, fortement typé
- Java assure la gestion de la mémoire, sécurité, économe, multitâche

Sun/Oracle fournit gratuitement un ensemble d'outils et d'API pour permettre le développement de programmes avec Java. Ce kit, nommé JDK, est librement téléchargeable sur le site web de Sun <http://java.sun.com> ou d'Oracle <http://www.oracle.com/technetwork/java>

Le JRE (Java Runtime Environment) contient uniquement l'environnement d'exécution de programmes Java. Le JDK contient lui-même le JRE. Le JRE seul doit être installé sur les machines où des applications Java doivent être exécutées [7].

Sun définit trois plateformes d'exécution (ou éditions) pour Java pour des cibles distinctes selon les besoins des applications à développer :

- Java Standard Edition (J2SE / Java SE) : environnement d'exécution et ensemble complet d'API pour des applications de type desktop. Cette plate-forme sert de base en tout ou partie aux autres plateformes
- Java Enterprise Edition (J2EE / Java EE) : environnement d'exécution reposant intégralement sur Java SE pour le développement d'applications d'entreprises
- Java Micro Edition (J2ME / Java ME) : environnement d'exécution et API pour le développement d'applications sur appareils mobiles et embarqués dont les capacités ne permettent pas la mise en oeuvre de Java SE

La séparation en trois plateformes permet au développeur de mieux cibler l'environnement d'exécution et de faire évoluer les plateformes de façon plus indépendante.

- Applications desktop
- Applications web : servlets/JSP, portlets, applets
- Applications pour appareil mobile (MIDP) : midlets
- Applications pour appareil embarqué (CDC) : Xlets
- Applications pour carte à puce (Javacard) : applets Javacard
- Applications temps réel



**Figure 3.1** Logo de langage Java [22]

### 1.3 IDE Eclipse

Le logiciel Eclipse est un environnement intégré de développement (IDE) pour le langage Java et d'autres langages comme C, C++, PHP, Python etc... Gratuit, et extensible il peut être téléchargé sur le site [www.eclipse.org](http://www.eclipse.org).

Son objectif est de produire et fournir des outils pour la réalisation de logiciels, englobant les activités de programmation (environnement de développement intégré et Framework) mais aussi d'AGL recouvrent modélisation et conception, reporting etc... Son EDI.



**Figure 3.2** Eclipse Oxygène [23]

### **3 Implémentation**

Nous allons présent dans cette section les principale étapes d’algorithme EVMP par un diagramme flux

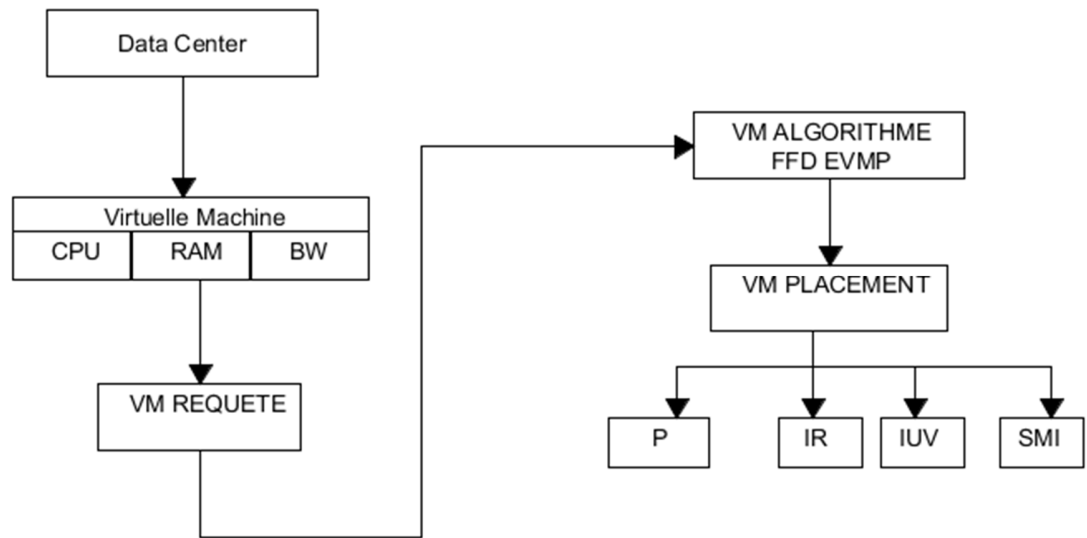


Figure 3.3 Diagramme de flux

P : consommation d'énergie

IR : l'utilisation des ressources

IUV : Equilibrage d'utilisation des ressources

SMI : La critère d'équilibrage d'utilisation et consommation d'énergie.

### 3.1 Expérience

Dans cette expérience nous évaluons les différentes performances d'algorithme EVMP

- Consommation d'énergie dans chaque serveur  $P(u)$
- L'utilisation des ressources dans chaque serveur  $IR_i^u$
- Déséquilibrage d'utilisation des ressources dans chaque serveur  $IUV_i$
- La critère d'équilibrage d'utilisation et consommation d'énergie  $SM_i$

### 3.2 Le teste

On a les serveurs physiques caractérisé par les paramètres suivants :

CPU\MIPS	Mémoire	Bande passante
[1000,3000]	[8,24]	[50,150]

**Tableau 3.1** les types des serveurs physiques

Le CPU de serveur prend une valeur aléatoirement dans l'intervalle [1000,300], et la mémoire une valeur dans [8,24], le network dans [50,150].

Le constructeur de la classe server gérer les nombres aléatoires des paramètres de serveur

```
public class Server {
    double CPU_MIPS;
    double MEMORY;
    double NETWORK;

    public Server() {
        this.CPU_MIPS = (int)(Math.random()*3000)+1000;
        this.MEMORY = (int)(Math.random()*24)+8;
        this.NETWORK = (int)(Math.random()*150)+50;
    }
}
```

**Figure 3.4** La classe server

Les machines virtuelles caractérisé par les paramètres suivants :

CPU\MIPS	Mémoire	Bande passante
[100,400]	[1,4]	[10,40]

**Tableau 3.2** les types des virtuelles machines

Le CPU de machine virtuelle prend une valeur aléatoirement dans l'intervalle [100,400], et la mémoire une valeur dans [1,4], le network dans [10,40].

```

public VM() {
    this.CPU_MIPS = (int)(Math.random()*400)+100;
    this.MEMORY = (int)(Math.random()*3)+1;
    this.NETWORK = (int)(Math.random()*30)+10;
}

```

**Figure 3.5** La classe VM

Le constructeur de la classe server gère les nombres aléatoires des paramètres de virtuelle machine.

Dans cet exemple expérimental on a 4 serveurs physiques comme indiqué la figure 3.6, et 20 machines virtuelles comme indiqué la figure 3.7 et on a fait un triage décroissant sur la liste MVs selon l'utilisation de processeur comme indiqué la figure 3.8

```

Entrez le nombre de la liste Serveur :
4
CPU de Serveur:0      3466.0  Memoire de Serveur:0   31.0      Network de serveur:0  179.0
-----
CPU de Serveur:1      3987.0  Memoire de Serveur:1   27.0      Network de serveur:1  165.0
-----
CPU de Serveur:2      3048.0  Memoire de Serveur:2   28.0      Network de serveur:2  178.0
-----
CPU de Serveur:3      3965.0  Memoire de Serveur:3   27.0      Network de serveur:3  183.0
-----

```

**Figure 3.6** La liste des serveurs physique

```

Entrez le nombre de la liste VM :
20
-----VMs-----
0-CPU de VM: 330.0 0-Memoire de VM: 1.0 0-Network de VM:0 12.0
*****
1-CPU de VM: 400.0 1-Memoire de VM: 1.0 1-Network de VM:1 14.0
*****
2-CPU de VM: 383.0 2-Memoire de VM: 1.0 2-Network de VM:2 23.0
*****
3-CPU de VM: 106.0 3-Memoire de VM: 2.0 3-Network de VM:3 33.0
*****
4-CPU de VM: 357.0 4-Memoire de VM: 2.0 4-Network de VM:4 24.0
*****
5-CPU de VM: 142.0 5-Memoire de VM: 3.0 5-Network de VM:5 12.0
*****
6-CPU de VM: 393.0 6-Memoire de VM: 3.0 6-Network de VM:6 39.0
*****
7-CPU de VM: 186.0 7-Memoire de VM: 1.0 7-Network de VM:7 10.0
*****
8-CPU de VM: 297.0 8-Memoire de VM: 3.0 8-Network de VM:8 39.0
*****
9-CPU de VM: 220.0 9-Memoire de VM: 3.0 9-Network de VM:9 17.0
*****
10-CPU de VM: 291.0 10-Memoire de VM: 1.0 10-Network de VM:10 27.0
*****
11-CPU de VM: 297.0 11-Memoire de VM: 2.0 11-Network de VM:11 24.0
*****
12-CPU de VM: 170.0 12-Memoire de VM: 1.0 12-Network de VM:12 36.0
*****
13-CPU de VM: 487.0 13-Memoire de VM: 3.0 13-Network de VM:13 15.0
*****
14-CPU de VM: 400.0 14-Memoire de VM: 2.0 14-Network de VM:14 32.0
*****
15-CPU de VM: 437.0 15-Memoire de VM: 1.0 15-Network de VM:15 23.0
*****
16-CPU de VM: 420.0 16-Memoire de VM: 3.0 16-Network de VM:16 10.0
*****
17-CPU de VM: 321.0 17-Memoire de VM: 2.0 17-Network de VM:17 30.0
*****
18-CPU de VM: 191.0 18-Memoire de VM: 3.0 18-Network de VM:18 20.0
*****
19-CPU de VM: 297.0 19-Memoire de VM: 1.0 19-Network de VM:19 20.0
*****

```

Figure 3.7 La liste des machines virtuelles

```

-----Le triage de la liste VMs-----
Le CPU_VM:0      487.0   Le Mémoire_VM:0 3.0   Le Network_VM:0 15.0
-----
Le CPU_VM:1      437.0   Le Mémoire_VM:1 1.0   Le Network_VM:1 23.0
-----
Le CPU_VM:2      420.0   Le Mémoire_VM:2 3.0   Le Network_VM:2 10.0
-----
Le CPU_VM:3      400.0   Le Mémoire_VM:3 1.0   Le Network_VM:3 14.0
-----
Le CPU_VM:4      400.0   Le Mémoire_VM:4 2.0   Le Network_VM:4 32.0
-----
Le CPU_VM:5      393.0   Le Mémoire_VM:5 3.0   Le Network_VM:5 39.0
-----
Le CPU_VM:6      383.0   Le Mémoire_VM:6 1.0   Le Network_VM:6 23.0
-----
Le CPU_VM:7      357.0   Le Mémoire_VM:7 2.0   Le Network_VM:7 24.0
-----
Le CPU_VM:8      330.0   Le Mémoire_VM:8 1.0   Le Network_VM:8 12.0
-----
Le CPU_VM:9      321.0   Le Mémoire_VM:9 2.0   Le Network_VM:9 30.0
-----
Le CPU_VM:10     297.0   Le Mémoire_VM:10 3.0   Le Network_VM:10 39.0
-----

Le CPU_VM:11     297.0   Le Mémoire_VM:11 2.0   Le Network_VM:11 24.0
-----
Le CPU_VM:12     297.0   Le Mémoire_VM:12 1.0   Le Network_VM:12 20.0
-----
Le CPU_VM:13     291.0   Le Mémoire_VM:13 1.0   Le Network_VM:13 27.0
-----
Le CPU_VM:14     220.0   Le Mémoire_VM:14 3.0   Le Network_VM:14 17.0
-----
Le CPU_VM:15     191.0   Le Mémoire_VM:15 3.0   Le Network_VM:15 20.0
-----
Le CPU_VM:16     186.0   Le Mémoire_VM:16 1.0   Le Network_VM:16 10.0
-----
Le CPU_VM:17     170.0   Le Mémoire_VM:17 1.0   Le Network_VM:17 36.0
-----
Le CPU_VM:18     142.0   Le Mémoire_VM:18 3.0   Le Network_VM:18 12.0
-----
Le CPU_VM:19     106.0   Le Mémoire_VM:19 2.0   Le Network_VM:19 33.0
-----

```

Figure 3.8 Le triage décroissante de MVs

### 3.3 Les résultats

Après l'exécution d'algorithme EVMP on a obtenu les résultats suivants :

- Placement des MVs dans chaque serveur
- L'utilisation des ressources dans chaque serveur
- La consommation d'énergie dans chaque serveur
- L'utilisation moyenne de ressources de serveur
- L'déséquilibre d'utilisation de ressources
- Le critère d'équilibrage d'utilisation de ressources et consommation d'énergie
- Placement MVs selon le critère équilibrage d'utilisation de ressources et consommation d'énergie

VM:0 ajoute dans serveur:0		VM:5 ajoute dans serveur:0	
Le Reste CPU de serveur0	2979.0	Le Reste CPU de serveur0	929.0
Le Reste RAM de serveur0	28.0	Le Reste RAM de serveur0	18.0
Le Reste NET de serveur0	164.0	Le Reste NET de serveur0	46.0
VM:1 ajoute dans serveur:0		VM:6 ajoute dans serveur:0	
Le Reste CPU de serveur0	2542.0	Le Reste CPU de serveur0	546.0
Le Reste RAM de serveur0	27.0	Le Reste RAM de serveur0	17.0
Le Reste NET de serveur0	141.0	Le Reste NET de serveur0	23.0
VM:2 ajoute dans serveur:0		VM:7 ajoute dans serveur:0	
Le Reste CPU de serveur0	2122.0	Le Reste CPU de serveur0	216.0
Le Reste RAM de serveur0	24.0	Le Reste RAM de serveur0	16.0
Le Reste NET de serveur0	131.0	Le Reste NET de serveur0	11.0
VM:3 ajoute dans serveur:0		VM:8 ajoute dans serveur:0	
Le Reste CPU de serveur0	1722.0	Le Reste CPU de serveur0	30.0
Le Reste RAM de serveur0	23.0	Le Reste RAM de serveur0	15.0
Le Reste NET de serveur0	117.0	Le Reste NET de serveur0	1.0
VM:4 ajoute dans serveur:0		VM:9 ajoute dans serveur:1	
Le Reste CPU de serveur0	1322.0	Le Reste CPU de serveur1	3500.0
Le Reste RAM de serveur0	21.0	Le Reste RAM de serveur1	24.0
Le Reste NET de serveur0	85.0	Le Reste NET de serveur1	150.0

VM:10 ajoute dans serveur:1		VM:15 ajoute dans serveur:1	
Le Reste CPU de serveur1	3063.0	Le Reste CPU de serveur1	1067.0
Le Reste RAM de serveur1	23.0	Le Reste RAM de serveur1	13.0
Le Reste NET de serveur1	127.0	Le Reste NET de serveur1	9.0
VM:11 ajoute dans serveur:1		VM:16 ajoute dans serveur:2	
Le Reste CPU de serveur1	2643.0	Le Reste CPU de serveur2	2561.0
Le Reste RAM de serveur1	20.0	Le Reste RAM de serveur2	25.0
Le Reste NET de serveur1	117.0	Le Reste NET de serveur2	163.0
VM:12 ajoute dans serveur:1		VM:17 ajoute dans serveur:2	
Le Reste CPU de serveur1	2243.0	Le Reste CPU de serveur2	2124.0
Le Reste RAM de serveur1	19.0	Le Reste RAM de serveur2	24.0
Le Reste NET de serveur1	103.0	Le Reste NET de serveur2	140.0
VM:13 ajoute dans serveur:1		VM:18 ajoute dans serveur:2	
Le Reste CPU de serveur1	1843.0	Le Reste CPU de serveur2	1704.0
Le Reste RAM de serveur1	17.0	Le Reste RAM de serveur2	21.0
Le Reste NET de serveur1	71.0	Le Reste NET de serveur2	130.0
VM:14 ajoute dans serveur:1		VM:19 ajoute dans serveur:2	
Le Reste CPU de serveur1	1450.0	Le Reste CPU de serveur2	1304.0
Le Reste RAM de serveur1	14.0	Le Reste RAM de serveur2	20.0
Le Reste NET de serveur1	32.0	Le Reste NET de serveur2	116.0

Figure 3.9 placement des VMs dans les serveurs

```

-----Totale Utilisation de serveurs-----
Le totale d'utilisation de CPU de serveur:0  3436.0  Le Totale d'utilisation de RAM de serveur:0  16.0  Le Totale d'utilisation de NET de serveur:0 178.0
-----
Le totale d'utilisation de CPU de serveur:1  2920.0  Le Totale d'utilisation de RAM de serveur:1  14.0  Le Totale d'utilisation de NET de serveur:1 156.0
-----
Le totale d'utilisation de CPU de serveur:2  1744.0  Le Totale d'utilisation de RAM de serveur:2  8.0  Le Totale d'utilisation de NET de serveur:2 62.0
-----
Le totale d'utilisation de CPU de serveur:3  0.0  Le Totale d'utilisation de RAM de serveur:3  0.0  Le Totale d'utilisation de NET de serveur:3 0.0
-----

```

Figure3.10 Le totale d'utilisation des ressources dans chaque serveur

```

----- Consomation d'énergé-----
Eneré consommé dans Server:0      708.7782340862423W
Eneré consommé dans Server:0      686.2700228832952W
Eneré consommé dans Server:0      628.9285714285713W
Eneré consommé dans Server:0      572.875W
Eneré consommé dans Server:0      497.875W
Eneré consommé dans Server:0      427.29007633587787W
Eneré consommé dans Server:0      356.91906005221927W
Eneré consommé dans Server:0      299.0909090909091W
Eneré consommé dans Server:0      262.0967741935484W
La valeur d'Energé Total de serveur:0est:4440.123648070663w
-----

Eneré consommé dans Server:1      789.0143737166325W
Eneré consommé dans Server:1      775.6864988558352W
Eneré consommé dans Server:1      721.9642857142857W
Eneré consommé dans Server:1      670.5625W
Eneré consommé dans Server:1      595.5625W
Eneré consommé dans Server:1      526.7175572519084W
Eneré consommé dans Server:1      458.94255874673627W
La valeur d'Energé Total de serveur:1est:4538.450274285398w
-----

Eneré consommé dans Server:2      644.4045174537987W
Eneré consommé dans Server:2      614.5308924485125W
Eneré consommé dans Server:2      554.2857142857142W
Eneré consommé dans Server:2      494.5W
La valeur d'Energé Total de serveur:2est:2307.7211241880254w
-----

La valeur d'Energé Total de serveur:3est:0.0w
-----

```

**Figure 3.11** La consommation d'énergie dans chaque serveur

```

----- Le Moyne dutilisation des ressource -----
Le moyene des ressources utilé dans Server:0 9.794569929272187
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:0 13.982456140350877
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:0 9.717460317460317
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:0 12.887380952380951
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:0 6.487083333333335
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:0 4.181118287988517
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:0 7.475195822454308
-----

La valeur Totale de IR de serveur 1est: 59.67403982657396
Le moyene des ressources utilé dans Server:2 9.152908966461327
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:2 12.649122807017543
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:2 9.019047619047619
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:2 11.515238095238095
-----

La valeur Totale de IR de serveur 2est: 42.33631748776458
La valeur Totale de IR de serveur 3est: 0.0
-----

```

```

----- Le moyene des ressources utilé dans Server:0 6.8570707070708
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:0 6.087096774193548
-----

La valeur Totale de IR de serveur 0est: 77.46943226450475
Le moyene des ressources utilé dans Server:1 9.395619438740589
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:1 12.843630816170863
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:1 9.21984126984127
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:1 11.654880952380955
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:1 6.108750000000001
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:1 4.058915639068311
-----

Le moyene des ressources utilé dans Server:1 6.392401710371968
-----

```

**Figure 3.12** L'utilisation moyen de ressources de serveur

```

-----Equilibrage Muli Demension-----
Equilibrage Multi Démension dans Server:0      4.011241570773438
Equilibrage Multi Démension dans Server:0      98.26214842315886
Equilibrage Multi Démension dans Server:0      11.05140337616528
Equilibrage Multi Démension dans Server:0      64.48179467120181
Equilibrage Multi Démension dans Server:0      12.634812847222221
Equilibrage Multi Démension dans Server:0      4.206839916590259
Equilibrage Multi Démension dans Server:0      55.415938936571024
Equilibrage Multi Démension dans Server:0      51.45095857565554
Equilibrage Multi Démension dans Server:0      49.13345126604232
La valeur Totale IUV de Serveur0est:350.6485895833808
-----

Equilibrage Multi Démension dans Server:1      1.3972183923231487
Equilibrage Multi Démension dans Server:1      62.60102017721317
Equilibrage Multi Démension dans Server:1      6.079041320231795
Equilibrage Multi Démension dans Server:1      35.33071431405896
Equilibrage Multi Démension dans Server:1      6.701309375
Equilibrage Multi Démension dans Server:1      2.6643440754327252
Equilibrage Multi Démension dans Server:1      29.89345788296495
La valeur Totale IUV de Serveur1est:144.66710553722473
-----

Equilibrage Multi Démension dans Server:2      5.257774548325675
Equilibrage Multi Démension dans Server:2      76.52281900320064
Equilibrage Multi Démension dans Server:2      13.848344671201815
Equilibrage Multi Démension dans Server:2      49.18998820861679
La valeur Totale IUV de Serveur2est:144.81892643134492
-----

La valeur Totale IUV de Serveur3est:0.0

```

**Figure 3.13** déséquilibrage d'utilisation de ressources

```

-----Equilibrage Utilisation et Consomation d'énergé-----
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:0 710.7701792565306
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:0 16858.591711730744
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:0 1737.63583441313
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:0 9235.002030566184
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:0 1572.6393615776908
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:0 449.3852372731675
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:0 4944.751209288027
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:0 3847.1284934978808
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:0 3219.4297704564024
La valeur Totale SMi de Sreueur:0est:42575.33382805975
-----

deséquilibre Multi Démension dans Server SM:1 1094.0460163616367
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:1 43607.16019888156
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:1 1165.330784618742
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:1 28380.535812295828
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:1 5395.07937827691
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:1 1791.7495888002907
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:1 18044.597068015675
La valeur Totale SMi de Sreueur:1est:99478.49884725064
-----

deséquilibre Multi Démension dans Server SM:2 3545.428981509381
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:2 90555.45528473952
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:2 3179.6261574636455
deséquilibre Multi Démension dans Server SM:2 64062.78032124566
La valeur Totale SMi de Sreueur:2est:161343.2907449582
-----

La valeur Totale SMi de Sreueur:3est:0.0
-----

```

Figure 3.14 Le critère d'équilibrage d'utilisation de ressources et consommation d'énergie

```

-----Ajoute VM par le contrainte SMi-----
VM:0  ajoute dans serveur:0
VM:1  ajoute dans serveur:0
VM:2  ajoute dans serveur:0
VM:3  ajoute dans serveur:0
VM:4  ajoute dans serveur:0
VM:5  ajoute dans serveur:0
VM:6  ajoute dans serveur:0
VM:7  ajoute dans serveur:0
VM:8  ajoute dans serveur:0
VM:9  ajoute dans serveur:1
VM:10 ajoute dans serveur:1
VM:11 ajoute dans serveur:1
VM:12 ajoute dans serveur:1
VM:13 ajoute dans serveur:1
VM:14 ajoute dans serveur:1
VM:15 ajoute dans serveur:1
VM:16 ajoute dans serveur:2
VM:17 ajoute dans serveur:2
VM:18 ajoute dans serveur:2
VM:19 ajoute dans serveur:2
-----

```

Figure 3.15 Placement MVs sellons le critère SMi

### 3.4 La migration

On a présenté la partie de migration par un diagramme d'activité

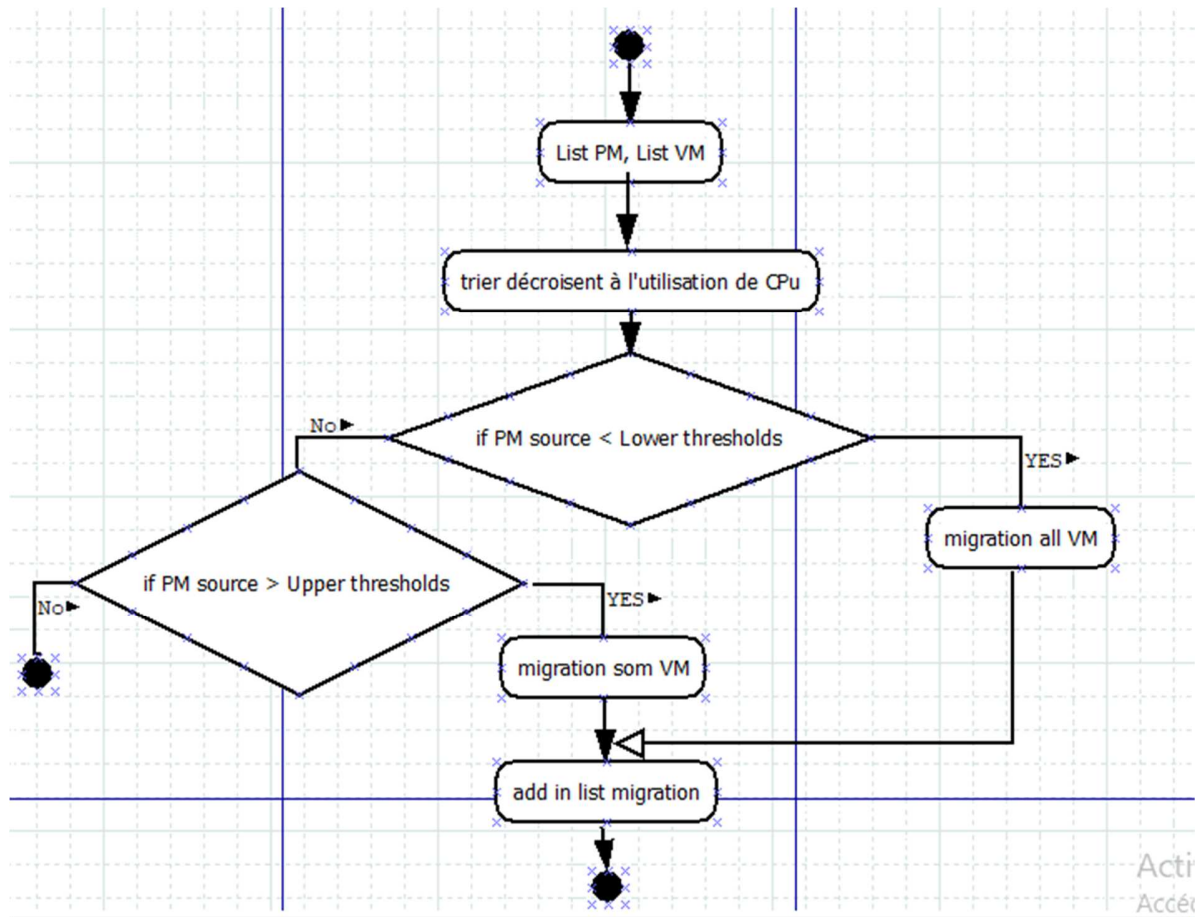


Figure 3.16 Diagramme d'activité de migration

- Upper thresholds : le seuil supérieur d'utilisations de CPU
- Lower thresholds : le seuil inferieur d'utilisation de CPU

```

-----
Le reste de Totale d'utilisation de server qui fait migration:0 2949.0
-----Best VM -----
CPU_MIPS_VM:487.0      La mémoire VM:3.0      Le Network VM:15.0
Le nombre de VM migré 1
Le serveur:3en état OFF
    
```

**Figure 3.15** la migration de MVs

#### **4 Conclusion**

Au ce niveau de ce chapitre on a présenté l'implémentation d'algorithme d'initialisation de placement des MVs EVMP et l'algorithme de migration EMMA qui se soucie le sauvegarde et l'efficacité d'énergie et considéré les ressources sont contrainte multi démentielle comme CPU, la mémoire, la bande passante de réseau. Le langage de programmation Java, l'IDE utilisé Eclipse et l'expierions et les résultats de test.

## Conclusion Générale

Le problème de la gestion des ressources et de la consommation d'énergie est devenu un sujet très important et d'actualité dans le cloud computing. Comme tout autre système distribué, les centres de données du cloud consomment une énorme quantité d'énergie électrique. Cette énergie ne provoque pas seulement la diminution des bénéfices des fournisseurs, mais aussi l'émission d'une grande quantité de dioxyde de carbone. Afin d'améliorer l'utilisation des ressources et réduire cette consommation d'énergie, plusieurs techniques sont utilisées par les fournisseurs des services.

Dans ce travail pour l'optimisation de la consommation d'énergie et l'utilisation des ressources, on fait des études sur le problème de placement et migration des machines virtuelles dans l'environnement data center cloud et les techniques d'efficacité d'énergie dans l'environnement cloud computing avec les différentes planification et les différents schémas. On a choisi le modèle de planification qui nous aide dans ce travail et le modèle d'énergie qu'il faut dans cette planification. Ce modèle est un algorithme d'efficacité d'énergie qui considère les ressources sont des contraintes multi-dimensionnelle (CPU, RAM, bande passante).

Il y a deux étapes principales proposées par cet algorithme d'abord l'initialisation statique des machines virtuelles EVMP (Energy-Efficient Virtual Machine Placement), puis la migration dynamique des machines virtuelles EMMA (Energy-efficient Minimization Migration Algorithm).

Dans ce travail, nous avons simulé et implémenté l'algorithme par le langage de programmation java et les expériences faites sur un certain nombre de serveurs qui contiennent des ressources différentes et des machines virtuelles aussi contiennent différentes ressources. Et après le test on a obtenu dans les serveurs les résultats suivants

- L'énergie totale qui est consommée  $P_i$
- L'équilibrage d'utilisation des ressources  $IR_i$
- Le déséquilibre d'utilisation des ressources  $IUV_i$
- Le critère le plus important  $SM_i$
- Placement selon le critère  $SM_i$
- Les VMs migrants

## Perspective

Pour obtenir une bonne résultat l'utilisation et l'implémentation dans la plateforme des simulation CloudSim ces mieux. Le CloudSim utilisée dans l'environnement cloud computing et supporte la modélisation et simulation des data center à grande échelle dans les cloud computing, la modélisation et simulation des ressources de calcul permettant la gestion d'énergie et autre chose. La loi uniforme décrète distribuer pour déterminer le seuil supérieur et inférieur de migration

## 1 Bibliographie et citations

- [1] Mauricio Arregoces et Maurizio Portolani, Data Center Fundamentals, 2004, Cisco Press
- [2] Noureddine GRASSA, Cours virtualisations et cloud Institut supérieur de études technologie ISET de Kairouan
- [3] David GELIBERT, Farid SMILI et autre, Sécurité et Virtualisation
- [4] Chantier national DRTIC & EDUTER-Centra, Virtualisation de l'architecture serveurs Pour le système d'information de l'EPLEFPA, Novembre 2013
- [5] Guide sur le Cloud Computing et les data Centers à l'attention des collectivités locales conception caisse des dépôts – direction des investissements et du développement local – Juillet 2015 – crédits photo : shutterstoc
- [6] Jean Michel DOUDOUX, Développons en Java ,11/09/2011
- [7] Mohammad Masdari, Sayyid Shahab Nabavi, Vafa Ahmadi, An Overview of Virtual Machine Placement Schemes in Cloud Computing, Journal of Network and Computer Applications, 15 January 2016
- [8] Ankita Choudhary, Shilpa Rana, K.J. Matahaic, A Critical Analysis of Energy Efficient Virtual Machine Placement Techniques and its Optimization in a Cloud Computing Environment, International Conference on Information Security & Privacy (ICISP2015), 11-12 December 2015, Nagpur, INDIA
- [9] Xiuyan Lin, Zhanghui Liu, and Wenzhong Guo, Energy-Efficient VM Placement Algorithms for Cloud Data Center, Fujian Provincial Key Lab of the Network Computing and Intelligent Information Processing, College of Mathematics and Computer Science, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China
- [10] Anjana Shankar dissertation on Virtual Machine Placement in Computing Clouds;2010.
- [11] Dupont, C., et al. An energy aware framework for virtual machine placement in cloud federated data centres. in Future Energy Systems: Where Energy, Computing and Communication Meet (e-Energy), 2012 Third International Conference on. 2012. IEEE.

- [12] Xiao, Z. et al., A solution of dynamic VMs placement problem for energy consumption optimization based on evolutionary game theory. *Journal of Systems and Software*, 2015. 101: p. 260-272.
- [13] Huang, W.X. Li, and Z. Qian. An energy efficient virtual machine placement algorithm with balanced resource utilization. in *Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS)*, 2013 Seventh International Conference on. 2013. IEEE
- [14] Gupta, A., et al. Hpc-aware vm placement in infrastructure clouds. in *Cloud Engineering (IC2E)*, 2013 IEEE International Conference on. 2013. IEEE.
- [15] Liu, C., et al. A new evolutionary multi-objective algorithm to virtual machine placement in virtualized data center. in *Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, 2014 5th IEEE International Conference on. 2014. IEEE.
- [16] Xu, J. and J.A. Fortes. Multi-objective virtual machine placement in virtualized data center environments. in *Green Computing and Communications (GreenCom)*, 2010 IEEE/ACM Int'l Conference on & Int'l Conference on Cyber, Physical and Social Computing (CPSCoM). 2010. IEEE.
- [17] Ajith Singh. N and M. Hemalatha. Cluster based Bee Algorithm for virtual Machine Placement in Cloud Data Center in: *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 57, No.3; November 2013
- [18] Ching-Chi Lin, Pangfeng Liu, Jan-Jan Wu. Energy-efficient Virtual Machine Provision Algorithms for Cloud Systems In: *Fourth IEEE International Conference on Utility and Cloud Computing*;2011.
- [19] Li Xu, Zhibin Zeng, Xiucai Ye. Multi-objective Optimization Based Virtual Resource Allocation Strategy for Cloud Computing In: *IEEE/ACIS 11th International Conference on Computer and Information Science*;2012.
- [20] Beloglazov, A., Abawajy, J., Buyya, R.: Energy-aware resource allocation heuristics for efficient management of data centers for cloud computing. *Future Gener. Comput. Syst.* 28 (5), 755–768 (2012)

[21] Dad Jouhra, optimisation des performances des data center des cloud computing sous  
contraire d'énergie thèse doctorat 21/04/2016

[22] <http://blog.soat.fr/wp-content/uploads/2015/10/java.png> consulté le : 9/06/2018

[23] [https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1\\*2Nn-kOZZEnAFvmLZZ47Scg.png](https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1*2Nn-kOZZEnAFvmLZZ47Scg.png) consulté  
le : 9/06/2018

**ملخص.** مراكز البيانات هي أماكن تأوي موارد ومصادر حسوبية مترابطة، عالية السرعة في التواصل بينها وفي تخزين البيانات كبيرة الحجم، وتشمل هذه الموارد البنية التحتية للتخزين والشبكات، خوادم واب، أنظمة تشغيل إلى آخره. الحوسبة السحابية هي تكنولوجيا تعتمد على نقل المعالجة ومساحة التخزين الخاصة بالحاسوب إلى ما يسمى بالسحابة وهي جهاز خادم يعتمد على الأنترنت من أجل الوصول إليه. تستهلك مراكز البيانات كميات كبيرة من الطاقة مما يؤدي لإرتفاع التكلفة لكل من موردي الحوسبة السحابية ومستعملي خدماتها، كما ترسل مراكز البيانات كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون. هذا ما أدى موردي الحوسبة السحابية لإيجاد طرق وتقنيات لتقليل من إستهلاك الطاقة وانبعثات غاز ثاني أكسيد الكربون. المحكاة الافتراضية تسمح بتثبيت عدة أنظمة تشغيل في خادم واحد، مما يقلل من عدد الخوادم المشتغلة وبذلك يوفر استهلاك الطاقة. يوجد في مراكز البيانات العديد من الخوادم لذلك فتحسين مواضع الأجهزة الظاهرية في الخوادم جد هام للتقليل من عدد الخوادم المشتغلة و لفعالية الطاقة و الأداء العالي لإستخدام الموارد. الخورزمية المقترحة في هذا العمل هي لفعالية الطاقة والحفاظ عليها، تعتبر هذه الخورزمية موارد الخادم قيود متعددة الأبعاد مثل وحدة المعالجة المركزية، الذاكرة، نطاق تردد الشبكة إلى آخره. الخورزمية تساهم أيضا في أفضل تلبية لنوعية الخدمة والإستفادة الكاملة من مختلف الموارد. و أيضا لديها افاق واعدة في التطبيق.

**كلمات مفتاحية :** مركز البيانات، الحوسبة السحابية، الأجهزة الظاهرية. تثبيت الاجهزة الظاهرية.

**Résumé.** Les centres des données sont des places qui comprennent des ressources informatiques liées entre eux. Les ressources sont l'infrastructure de stockage et réseaux, des serveurs WEB et des système d'exploitation etc. Le cloud computing est une technologie qui transmet le traitement et l'espace de stockage de l'ordinateur vers ce qu'on appelle le cloud qui des serveurs. Et pour accéder ces des serveurs il faut l'internet. Les data center consomment une grande quantité d'énergie qui conduit à des hausses des coûts plus élevés pour le fournisseur cloud et l'utilisateur. Aussi, les centres de données envoyant une grande quantité de CO2. Ce qui oblige les fournisseurs de cloud de trouver des techniques pour minimiser la consommation d'énergie et le dégagement de CO2. La virtualisation est technique permet d'installer plusieurs systèmes d'exploitation dans un seul serveur. Cette opération réduit le nombre le nombre de serveur qui travaillent, et comme ça on consomme moins d'énergie. Dans le centre de données il y a de nombreux serveurs donc il faut optimiser l'emplacement de VM dans les serveurs. Cette optimisation est très importante pour réduire le nombre de serveurs qui travaille et pour l'efficacité d'énergie et la haute performance d'utilisation des ressources. Dans ce travail, on a proposé un algorithme pour l'efficacité d'énergie et pour sauvegarder l'énergie. Cette algorithme considère les ressources de serveurs des contraintes multidimensionnelles comme CPU, RAM, bande passante etc. l'algorithme donne un meilleure services (Qos) et utilité complète des ressources et aussi elle a des horizon promoteur dans l'application.

**Mots-clés :** Centre de donnée, L'efficacité d'énergie, Le cloud computing, Le placement des virtuelle machines.

**ABSTRACT.** Data centers are places that include interconnected computing resources and have high speed communication. The resources are storage infrastructure and network. Cloud computing is a technology that transmits the processing and storage space of the computer to what is called the cloud that servers. And for access these servers need the internet. The data center consumes a lot of energy that leads to higher costs for the cloud provider and the user. Also, data centers sending a large amount of CO2. This has forced cloud providers to find ways to minimize power consumption and CO2 emissions. Virtualization is technical allows you to install multiple operating systems in a single server. This operation reduces the number of servers that work, and that way we consume less energy. In the data center there are many servers so you have to optimize the VM location in the servers. This optimization is very important to reduce the number of servers that work and for energy efficiency and high resource utilization performance. In this work, we proposed an algorithm for energy efficiency and to save energy. This algorithm considers server resources multidimensional constraints like CPU, RAM, bandwidth etc. the algorithm gives better services (Qos) and full utility of resources and also it has promoter horizon in the application.

**Keywords:** Cloud resource scheduling, Energy-efficient, VM placement,

Cloud data center, VM live migration.