République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Superieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira de Bejaia
Faculté des Sciences Exactes Département d'Informatique

MÉMOIRE

Présenté par

Hassina LADOUR[1]

Pour l'obtention du diplôme de Magister

Filière : Informatique
Option : Cloud Computing

Thème

Plateforme de monitoring des "Cloud Services" orientée "Grid Services"

Soutenue le 23/02/2015, devant le Jury composé de :

Mr. TARI Abdelkamel	MCA	Université de Bejaia	Président
Mr. BADACHE Nadjib	Professeur	CERIST, Alger	Rapporteur
Mr. BOUKERRAM Abdellah	Professeur	Université de Bejaia	Examinateur
Mr. FOUZI Semchedine	MCA	Université de Sétif	Examinateur
Mme. EL-MAOUHAB Aouaouche	CR	CERIST, Alger	Invitée

Promotion : 2011/2012

1. h.ladour@wissl.dz - CERIST

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

A mes parents,

A mon mari et à mes enfants,

A tous les membres de ma famille,

A toutes mes amies.

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier notre grand Dieu de m'avoir donné la force et le courage nécessaires afin que je puisse accomplir ce modèste travail.

J'exprime toute ma gratitude à mon directeur de thèse, le Professeur Nadjib BADACHE, directeur du CERIST, pour m'avoir donné l'opportunité de préparer mon diplôme de Magister et pour la confiance et la liberté qu'il m'a accordé pour l'achèvement de ce travail.

J'adresse mes remerciements à Madame Aouaouache EL-MAOUHAB, chargée de recherche au CERIST, pour la qualité de son encadrement, pour ses compétences scientifiques et techniques, pour ses encouragements durant cette longue épreuve, pour son infinie patience et sa disponibilité à tout moment.

Je remercie également Monsieur Abdelkamel TARI, Maître de Conférences à l'université de Béjaia, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ce mémoire.

Que Monsieur BOUKERRAM Abdellah, Professeur à l'université de Béjaia, et Monsieur FOUZI Semchedine, Maître de Conférences à l'université de Béjaia, trouvent ici l'expression de ma reconnaissance pour le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de mon travail.

Je ne pourrais oublier de remercier mes amies du CERIST, qui m'ont encouragé, soutenu et accompagné durant cette période.

Finalement, je voudrais remercier ma famille et ma belle famille, en particulier, mes parents qui ont toujours mis les études au centre de tout, et mon mari pour son soutien et appui inconditionnel.

Merci à tous.

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

Plateforme de monitoring des "Cloud Services" orientée "Grid Services"

Résumé

Le "Cloud Computing" a constitué à travers son modèle de service "Infrastructure as Service (IaaS)" un moyen pour externaliser les services informatiques et les applications des entreprises et un moyen pour les gérer par une organisation tiers appelée "Fournisseur Cloud", dans le but de réduire les couts de gestion et de mise en place de ces services.
Ces Infrastructures de Cloud peuvent non seulement être exploitées pour les services et applications des clients, mais également pour les services grille de calcul et de stockage.

Effectivement, les environnements sur les quels les services grille sont actuellement déployés, prennent en charge la répartition à grande échelle de l'ensemble des ressources, mais ils sont complexes et rencontrent des problèmes de demande croissante de ressources engendrée par la demande croissante des calculs des applications scientifiques et de recherche. Par conséquent, des problèmes de gestion de ces environnements de grille.

Dans ce cas là, une exploitation du système d'administration Cloud IaaS peut simplifier la gestion des ressources déployées pour les services grille. Cependant, il est nécessaire de disposer d'un moyen de monitoring adaptable pour exploiter, analyser et adapter les ressources et services du Cloud aux spécificités et exigences des services grille, notamment le "Middleware" qui leur permet de s'exécuter.

A cet effet, le travail présenté dans ce document consiste en la proposition d'un modèle d'intégration "Grid-Cloud" permettant de déployer les services grille sur une infrastructure de Cloud IaaS. Le but principal de ce modèle est d'exploiter la flexibilité du système d'administration Cloud IaaS pour la gestion des ressources utilisées pour les services grille. Et de compléter en deuxième lieu ce modèle par la mise en œvre d'une nouvelle approche de monitoring basée sur la technologie "Complexe Event Processing (CEP)".

Mots-clés : Cloud Computing, grille de calcul, Infrastructure as Service (IaaS), Monitoring, Complexe Event Processing (CEP).

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

Monitoring Platform of "Cloud Services" oriented "Grid Services"

Abstract

"Cloud Computing" has been through its model of services "Infrastructure as Service (IaaS)" a way to outsource IT services and business applications and a way to be managed by a third-party called "Cloud Provider" in order to reduce the costs of management and implementation of these services.
These Cloud Infrastructures can not only be exploited for services and customer applications, but also for services of Grid Computing and storage.

Indeed, the environments on which grid services are currently deployed, support the large-scale distribution of all resources, but they are complex and face problems of increasing demand of resources caused by the growing demand of scientific and research applications computing. Therefore, it generates management problems of these grid environments.

In this case, an utilization of IaaS Cloud administration system can simplify the management of resource deployment for grid services. However, it is necessary to have an adaptable monitoring solution to operate, analyze and adjust resources and cloud services to the specificities and requirements of grid services, including "Middleware" which allows them to run.

To this end, the work presented in this paper consists on the proposal of an integration model "Grid-Cloud" to deploy grid services on Cloud infrastructure. The main purpose of this model is to exploit the flexibility of IaaS Cloud administration system for managing resources used for grid services. And secondly, complete this model by implementing a new monitoring approach based on the new technology "Complex Event Processing (CEP)".

Keywords : Cloud Computing, Grid Computing, Infrastructure as Service (IaaS), Monitoring, Complex Event Processing (CEP)

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

Table des matières

Remerciements

Résumé i

Abstract ii

Liste des figures xi

Liste des tableaux xii

Introduction 1

Motivations et Problématique . . . 1
Contribution et Objectifs . . . 3
Organisation du Document . . . 3

CHAPITRE 1 Grid et Cloud Computing 5

1.1 Grid Computing . . . 6
1.1.1 Origines et définitions . . . 6
1.1.2 Caractéristiques et principes . . . 8
1.1.3 Topologie d'une grille de calcul . . . 8
1.1.4 Le modèle en couche d'une grille de calcul . . . 9
1.1.5 Architecture d'une grille selon le Middleware EMI . . . 10
1.2 Cloud Computing . . . 11
1.2.1 Généralités et définitions . . . 11
1.2.2 Evolution du Cloud Computing . . . 13
1.2.3 Caractéristiques et principes . . . 13
1.2.4 Les défis du "Cloud" . . . 15
1.2.5 La virtualisation . . . 15
1.2.6 Classifications dans le Cloud . . . 16
1.2.6.1 Par modèle de service . . . 16
1.2.6.1.a "Software as a Service (SaaS)" . . . 16
1.2.6.1.b "Platform as a Service (PaaS)" . . . 17

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

1.2.6.1.c "Infrastructure as a Service (IaaS)" . . . 17
1.2.6.2 Par modèles de déploiement . . . 18
1.2.6.2.a Le Cloud Privé . . . 18
1.2.6.2.b Le Cloud Public . . . 18
1.2.6.2.c Le Cloud Hybride . . . 18
1.2.6.3 Par raison de déploiement . . . 19
1.2.6.3.a Cloud d'entreprises . . . 19
1.2.6.3.b Cloud pour recherche scientifique . . . 19
1.2.6.3.c Cloud pour réseaux sociaux et jeux . . . 19
1.2.6.3.d Cloud pour fournisseur de services . . . 19
1.2.7 Topologie d'un Cloud Computing . . . 19
1.2.7.1 La partie frontale . . . 20
1.2.7.2 La partie dorsale . . . 20
1.2.8 Architecture en couche du Cloud Computing . . . 20
1.2.8.1 La couche infrastructure "Facility" . . . 21
1.2.8.2 La couche réseau "Network" . . . 21
1.2.8.3 La couche matériel "Hardware" . . . 21
1.2.8.4 La couche système d'exploitation "OS" . . . 22
1.2.8.5 La couche intergiciel "Middleware" . . . 22
1.2.8.6 La couche application "Application" . . . 22
1.2.8.7 La couche utilisateur "User" . . . 22
1.3 "Grid Vs Cloud Computing" . . . 22
1.3.1 Grilles et Clouds comme alternatifs . . . 23
1.3.2 L'intégration des grilles et des Clouds . . . 24
1.3.2.1 La Grille sur le Cloud . . . 24
1.3.2.2 Le Cloud sur la Grille . . . 24
1.4 Conclusion . . . 25

CHAPITRE 2 Les Clouds IaaS "Open-source" 26

2.1 Eucalyptus . . . 27
2.1.1 Caractéristiques . . . 27
2.1.2 Architecture et composants . . . 28
2.1.2.1 Contrôleur de nœud "Node Controller (NC)" . . . 28
2.1.2.2 Contrôleur de cluster "Cluster Controller (CC)" . . . 28
2.1.2.3 Contrôleur de stockage "Storage Controller (SC)" . . . 28
2.1.2.4 Contrôleur de stockage Walrus "Walrus Storage Controller(WS3)" 28
2.1.2.5 Contrôleur de Cloud "Cloud Controller (CLC)" . . . 29
2.2 OpenNebula . . . 29
2.2.1 Caractéristiques . . . 29
2.2.2 Architecture et composants . . . 30

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

2.2.2.1 Le "Front-end" . . . 30
2.2.2.1.a Les "Drivers" . . . 31
2.2.2.1.b Le module "Core" . . . 31
2.2.2.1.c Le module "Schedular" . . . 32
2.2.2.2 Les hôtes physiques (Nœuds) . . . 32
2.2.2.3 L'espace de stockage "Datastore" . . . 32
2.2.2.4 Le réseau . . . 33
2.3 OpenStack . . . 33
2.3.1 Caractéristiques . . . 33
2.3.2 Architecture et composants . . . 33
2.3.2.1 "Object Store" . . . 34
2.3.2.2 "Image" . . . 34
2.3.2.3 "Compute" . . . 34
2.4 Comparatif . . . 34
2.5 Intégration des grilles et des IaaS "Open-source" . . . 35
2.6 Conclusion . . . 36

CHAPITRE 3 Le "Monitoring" dans le Cloud 38

3.1 Définitions et généralités . . . 39
3.2 Motivations pour le monitoring dans le Cloud . . . 40
3.3 Caractéristiques et propriétés . . . 41
3.4 Les composants d'un système de monitoring dans le Cloud . . . 41
3.4.1 La collecte des données . . . 41
3.4.2 Le traitement et l'analyse . . . 41
3.4.3 Le rapport . . . 41
3.5 Les modèles de déploiement du monitoring dans le Cloud . . . 42
3.5.1 Le monitoring selon l'architecture en couche du Cloud . . . 42
3.5.2 Le monitoring selon les niveaux d'abstraction du Cloud . . . 43
3.5.2.1 Le monitoring d'infrastructure "Low-level Monitoring" . . . 43
3.5.2.2 Le monitoring des services applicatifs "Hight-level monitoring" 43
3.5.3 Le monitoring selon le type de ressources du Cloud . . . 43
3.5.4 Le monitoring selon les modèles de service (SaaS, PaaS et IaaS) . . . 44
3.6 Les métriques (mesures) du monitoring dans le Cloud . . . 44
3.6.1 Les métriques des ressources physiques . . . 44
3.6.2 Les métriques des ressources virtuelles . . . 45
3.6.3 Les métriques de performance (SLA) . . . 46
3.7 Les solutions de monitoring dans les Clouds . . . 46
3.7.1 Le monitoring dans les Clouds Commerciaux . . . 46
3.7.2 Le monitoring dans les Clouds "Open-source" . . . 47
3.8 Les défis "Challenges" . . . 47

3.9 Conclusion 48

CHAPITRE 4 Traitement d'évènements complexes "Complex Event processing (CEP)" 49

4.1 Définitions 50
4.2 Propriétés et principes de CEP dans les systèmes 50
4.3 Les fonctionnalités de CEP 51
4.4 Les domaines d'application de CEP 52
4.5 Les modèles conceptuels d'évènements dans CEP "Design Patterns / Event Patterns" 53
4.5.1 Le Filtrage 53
4.5.2 La Mise en mémoire cache 53
4.5.3 L'Agrégation à travers les fenêtres 53
4.5.4 La Recherche dans les bases de données 54
4.5.5 L'Enregistrement dans une base de données 54
4.5.6 La Corrélation (jointure) 55
4.5.7 Modèle de causalité d'événement "Event Pattern Matching" 55
4.5.8 Evènement hiérarchique 56
4.6 "Esper" 56
4.7 Le monitoring basé sur les évènements 58
4.8 Conclusion 58

CHAPITRE 5 Modélisation de l'approche d'intégration "Grid-Cloud" et Framework de monitoring "MonCep" 59

5.1 Modélisation de l'approche d'intégration "Grid-Cloud" 60
5.1.1 Proposition et objectifs 60
5.1.1.1 Le modèle général "Grid-Cloud" proposé 60
5.1.1.2 Les objectifs du modèle d'intégration "Grid-Cloud" proposé . 62
5.1.2 Le concept en couches du modèle "Grid-Cloud" proposé 62
5.1.2.1 La couche utilisateur "User Layer" 63
5.1.2.1.a L'utilisateur de la grille "End-User" 63
5.1.2.1.b L'administrateur VO "VO Manager" 63
5.1.2.1.c L'administrateur du site grille "Grid Site Manager" . . 63
5.1.2.1.d L'administrateur Cloud "Cloud manager" 63
5.1.2.1.e Scénario d'intégration entre les différents types d'utilisateurs 64
5.1.2.2 La Couche service "Service Layer" 64
5.1.2.2.a Les Services grille "Grid Services" 64
5.1.2.2.b Les Appliances Virtuelles "Virtual Appliances" 65
5.1.2.2.c Le Monitoring des services grille 66

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

5.1.2.3 La couche Infrastructure "Infrastructure Layer" 67
5.1.2.3.a Le niveau stockage "Storage" 68
5.1.2.3.b Le niveau calcul "Compute" 68
5.1.2.3.c Le niveau réseau "Network" 69
5.1.2.3.d Le monitoring d'infrastructure "Infrastructure monitoring" 69
5.2 Framework de monitoring "MonCep" 70
5.2.1 Problématique et motivations 70
5.2.2 Approche proposée 71
5.2.2.1 Vue d'ensemble de l'approche 71
5.2.2.2 Modélisation de l'approche 71
5.2.3 Architecture du Framework de monitoring "MonCep" 73
5.2.3.1 Le module "MonCep Sensor" 73
5.2.3.1.a Les composants du Module 74
5.2.3.1.b Le fonctionnement interne du Module 75
5.2.3.2 Le module "MonCep Monitor" 76
5.2.3.2.a Les composants du module 76
5.2.3.2.b Le fonctionnement interne du module 77
5.2.4 Les niveaux de traitement d'évènements dans le Framework "MonCep" 78
5.2.4.1 Définition des évènements simples de monitoring (métriques bas-niveau) 78
5.2.4.1.a "Host Emitter" 79
5.2.4.1.b "VM Emitter" 79
5.2.4.1.c "Cloud Object Emitter" 79
5.2.4.2 Le niveau Collecte et Filtrage d'informations 80
5.2.4.2.a Réduction de données (d'évènements) 80
5.2.4.2.b Règles de filtrage, de fenêtres et d'agrégation 81
5.2.4.3 Le niveau Corrélation d'informations 83
5.2.4.3.a Jointure, groupement et calcul de nouveaux évènements complexes 84
5.2.4.3.b Règles de corrélation 84
5.2.4.3.c Définitions des évènements complexes de monitoring de haut-niveau 85
5.2.4.4 Le niveau Notification d'informations 87
5.3 Conclusion 87

CHAPITRE 6 Validation et Expérimentation **89**

6.1 Mise en œuvre du modèle d'intégration "Grid-Cloud" 90
6.1.1 Environnement d'expérimentation 90
6.1.2 Phases d'intégration 91

6.1.2.1 Situation actuelle . . . 91
6.1.2.2 Première phase . . . 92
6.1.2.3 Seconde phase . . . 92
6.1.3 Mise en place du Cloud IaaS "OpenNebula" . . . 93
6.1.3.1 Préparation de la machine de gestion Cloud d'OpenNebula ("Font-end") . . . 93
6.1.3.2 Préparation de l'infrastructure physique . . . 93
6.1.3.3 Préparation de l'Appliance Virtuelle et des modèles . . . 94
6.1.4 Tests d'intégration des services "DZ-Grid" avec le Cloud "OpenNebula" 94
6.2 Implémentation du Framework de monitoring "MonCep" . . . 96
6.2.1 Choix des logiciels et outils d'implémentation . . . 96
6.2.1.1 Les agents de monitoring "Gmod" et "Host sFlow" . . . 97
6.2.1.2 Le bus de services "WSO2 Entreprise Service Bus" . . . 97
6.2.1.3 Le moteur CEP "Esper Engine" . . . 99
6.2.1.4 Le médiateur "synapse-esper" . . . 99
6.2.1.5 L'API JMS et le courtier "Apache ActiveMQ" . . . 100
6.2.2 Langages d'implémentation . . . 100
6.2.3 Mise en œvre du Framework . . . 101
6.2.3.1 Implémentation du "Module CEP" . . . 101
6.2.3.1.a Création et chargement d'instance CEP . . . 102
6.2.3.1.b Analyse des messages ou évènements . . . 103
6.2.3.1.c Chargement des requêtes EPL . . . 104
6.2.3.2 Déploiement du "MonCep Sensor" . . . 104
6.2.3.2.a Réception des messages et injection sur le bus . . . 104
6.2.3.2.b Traitement des messages . . . 105
6.2.3.2.c Envoi des évènements résultants et mécanisme de communication . . . 106
6.2.3.3 Déploiement du "MonCep Monitor" . . . 107
6.2.3.4 Déploiement du système de notification . . . 108
6.3 Expérimentation et évaluation . . . 109
6.3.1 Scénario "Case Study" . . . 110
6.3.2 Réduction des données et trafic réseaux . . . 111
6.3.3 Utilisation CPU et Mémoire des machines . . . 113
6.4 Discussion et conclusion . . . 114

Conclusion **118**
Perspectives . . . 119

Bibliographie **128**

BIBLIOTHEQUE DU CERIST