

---

entrynone

Épreuve bibliographique tutorée

présentée et soutenue le 10 avril 2014 par  
Cynthia LOPES DO SACRAMENTO

---

## **SDN : Software-Defined Netowrking**

Réseau Informatique Défini par Logiciel

---

Jury :        Romain KOBYLANSKI  
                François MILLER  
                Véronique PANNE

Tuteur :       Claude CASERY  
Entreprise : Bull





---

It is harder to crack a prejudice than an atom.  
Albert EINSTEIN



# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1. Problématique Réseau et SDN</b>	<b>3</b>
1.1. Ossification de l'Internet . . . . .	3
1.2. Configuration d'équipements distribués et spécifiques . . . . .	4
1.3. Clean-slate Internet . . . . .	4
<b>2. Réseaux programmables avec SDN</b>	<b>7</b>
2.1. Séparation de l'intelligence (contrôle) de la commutation . . . . .	7
2.2. Administration Centralisée . . . . .	7
2.2.1. Réduction des coûts . . . . .	7
2.3. Où on en est . . . . .	7
2.3.1. ONF . . . . .	7
2.3.2. OpenFlow - Protocoles standardisés . . . . .	7
<b>3. Enjeux de SDN</b>	<b>9</b>
3.1. Contrôle centralisé vs distribué . . . . .	9
3.2. Niveau de granularité . . . . .	9
3.3. Politiques réactives vs pro-actives . . . . .	9
3.4. Fonctions de Virtualisation du Réseau . . . . .	9
<b>4. Solutions SDN disponibles</b>	<b>11</b>
4.1. Solution logiciel open source OpenDaylight . . . . .	11
4.2. Écosystème SDN HP, solution virtualisée . . . . .	11
4.3. Cisco ONE, hardware différentiel . . . . .	11
4.4. Brocade Ethernet Fabric, Fibre Channel support over Ethernet . . . . .	11
4.5. VMWare NSX, from physical to logical services . . . . .	11
4.6. Juniper MetaFabric Architecture . . . . .	11
4.7. Citrix NetScaler, plate-forme ouverte dirigé par app . . . . .	11
<b>5. Applicabilité de SDN et possibilités</b>	<b>13</b>
5.1. Management du Réseau et Contrôle d'Accès . . . . .	13
5.2. VLANs . . . . .	13
5.3. Clients mobiles sans fils VoIP . . . . .	13
<b>Conclusion</b>	<b>15</b>

<b>A. Première annexe</b>	<b>17</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>19</b>
<b>Glossaire</b>	<b>21</b>
<b>Acronyms</b>	<b>23</b>



# Liste des tableaux



# Table des figures



# Introduction

L'internet a évolué de trois manières importantes dans les dix dernières années. Le contenu a évolué de texte et pages web relativement statiques à un contenu multimédia haut-débit exigeant une latence réduite. L'utilisation s'est rapidement mondialisée, par exemple le débit international servant l'Afrique a augmenté de 1.21Gbit/s en 2001 à 570.92Gbit/s en 2011 [1]. L'accès a étendu des ordinateurs de bureau à une variété de nouveaux dispositifs, par exemple le trafic global des données mobiles a augmenté de 70% en 2012 [2]. Fait important, la rapidité de telle évolution technologique et sa adoption est sans précédent dans l'histoire de l'humanité.

La capacité d'évolution pour s'adapter aux nouvelles exigences des usagers est recourant dans l'histoire de l'Internet. [3] Par contre, dans le scénario actuel on aperçoit la croissance accélérée de l'accès de partout, notamment dans les pays en développement et la rapide augmentation de l'utilisation par les utilisateurs existants, dirigées par les contenus multimédias et les applications machine-à-machine. Par exemple, en moins de deux ans depuis sa parution, plus de 50 millions de personnes ont partagé plus d'un milliard de photos sur Instagram [4]. Dans ce contexte, on met en cause sa capacité de continuer à fournir l'infrastructure nécessaire.

Des nouvelles technologies et concepts émergent pour répondre aux nouveaux besoins de ces utilisateurs qui exigent de plus en plus haut-débit et réduction de latence. Le Big Data a modifié le traitement des données pour permettre les entreprises de gérer la massive quantité de données manipulées. [5] Le Cloud Computing et la Virtualisation ont apporté une nouvelle approche pour le management et hébergement de ressources de Technologie de l'Information (TI) dans le but de les rendre plus agiles, plus efficaces, plus sécurisés et plus flexibles tout en réduisant les coûts. [6]. Pour accompagner ces évolutions, une innovation technologique dans le domaine des réseaux informatiques est requise. [7]

Cette problématique a amené scientifiques et tout le personnel impliqué à concevoir Software-Defined Networking, Réseau Informatique Défini par Logiciel (SDN). SDN est un nouveau paradigme réseau qu'on fait actuellement l'effort développer pour adapter l'infrastructure existante au nouveau scénario.[8] Ce document a donc pour but d'exploiter cette solution et analyser les approches qui ont été faites dans ce domaine. Un état de l'art des technologies sorties pour déployer SDN aussi bien que divers cas d'utilisation avec les enjeux seront présentés.

[un paragraphe pour le plan du texte (de quoi parle chaque section)]

[Un paragraphe pour conclure l'intro et laisser les pistes de mon point de vue et les conclusions trouvées].



# Chapitre 1.

## Problématique Réseau et SDN

Ce chapitre va reprendre les problèmes réseaux rencontrés pour définir quels sont les besoins actuels dans le domaine. Dans ce chapitre je vais proposer une liste de requis pour une architecture réseau idéalement adapté aux applications actuels. En connaissant les problèmes de l'architecture en place, la question que se pose est : si on repartait de zéro, comment on le ferait ?

### 1.1. Ossification de l'Internet

#### **Brain storming \***

Difficile d'innover, parce que on ne veut pas tester sur le trafic de production ; on a différents équipements distribué exécutant des tâches spécifiques = complexité ; administration compliquée à cause de la manque d'une vue globale du réseau, configuration de chaque équipement un à un et très attachée au vendeur et au logiciel qui tourne dans l'équipement ;

Ça c'est vrai pour l'internet, mais pareil pour les réseaux LAN dès qu'ils deviennent un peu plus grands.

Coûts opérationnels.

#### **principles and priority \***

Complexity matters. The trouble with software is that it can do anything, no matter how complex, convoluted, fragile, incomprehensible, and ill-judged. Software engineers understand the cost of such complexity. Because the networking community underestimates the cost of complexity, it pays no attention to one of the most important problems of the current Internet, which is that it is much too difficult to build, deploy, and maintain networked applications.

From the viewpoint of Internet users and application programmers, there are requirements that sometimes equal or exceed performance, availability, and efficiency in priority. These include ease of use, correctness, predictability, and modularity. The use of functional modeling and formal reasoning to help meet such requirements is all-but-unknown in the networking community.

## **Fin brain storming \***

Ayant habilité et même encouragé les utilisateurs à innover sur son architecture, l'internet s'est faite obsolète par son propre succès. La croissance explosive des utilisateurs, trafic, applications et menaces a apporté toute une gamme de problèmes. L'internet a été créée dans une époque plus simple, parmi peu d'intervenants en coopération. Dès que l'internet devient partie de plus en plus aspects de la société, plusieurs demandes et déficiences apparaissent dans différents aspects. En début des années 2000, la communauté de chercheurs en réseau était dominé par une conviction de qu'un travail n'est utile que si ses résultats puissent être facilement adoptés dans l'architecture existante. En essayant de travailler avec cette contrainte, le personnel a réalisé que l'architecture courante rend la résolution de certains problèmes impossible. [7]

On aperçoit cette haute barrière pour l'entrée de nouvelles idées dans le domaine des réseaux à cause de l'énorme base d'équipements et de protocoles installée ainsi qu'une résistance d'expérimenter avec le trafic de production. Finalement, il ne reste pratiquement pas de moyen pratique pour expérimenter des nouveaux protocoles réseau dans une configuration assez réaliste pour assurer et distribuer leurs déploiements. Comme résultat, la majorité des nouvelles idées de la recherche en réseau finissent sans essais et sans tests, ce qui apporte la croyance répandue que l'infrastructure réseau "s'est ossifiée". [8]

## **1.2. Configuration d'équipements distribués et spécifiques**

### **Brain storming \***

Même dans un réseau LAN de porte moyen, on compte avec plusieurs équipements qui réalisent des fonctions spécifiques. Ces équipement doivent être configurable un à un donc pour atteindre à un objectif pour le réseau, tous la configuration de chaque équipement doit être orchestrée pour aboutir ce besoin. Il est difficile de mettre un place une configuration centralisée.

Chaque équipement a été conçu pour réaliser une fonctionnalité spécifique. Pour toute correction de bug ou extension de ces fonctions, il est nécessaire que le vendeur mette en place une mis à jour logiciel tenant en compte les modifications souhaités ou alors il faut acheter un nouveau équipement.

### **Fin brain storming \***

## **1.3. Clean-slate Internet**

Re-partir de zéro. En le faisant, quels sont les caractéristique de l'architecture ?



Cette problématique a amené scientifiques et tout le personnel impliqué à concevoir SDN. SDN est un nouveau paradigme réseau qu'on fait actuellement l'effort développer pour adapter l'infrastructure existante au nouveau scénario.



# Chapitre 2.

## Réseaux programmables avec SDN

Le but de ce chapitre est de (re)définir SDN et de présenter en quoi SDN répond aux besoins explicités dans le chapitre 1. Ce chapitre répond aux questions : Qu'est-ce que SDN ? Qu'est-ce que se la propose ? Où on en est par rapport à SDN ?

### 2.1. Séparation de l'intelligence (contrôle) de la commutation

Architecture

### 2.2. Tableaux de flux

### 2.3. Contrôleur

### 2.4. Où on en est

#### 2.4.1. ONF

#### 2.4.2. OpenFlow - Protocoles standardisés



# **Chapitre 3.**

## **Enjeux de SDN**

Ce chapitre va présenter quels sont les enjeux pour déployer SDN. Quels sont les problèmes que cette architecture peut poser et les propositions pour les surmonter.

- 3.1. Contrôle centralisé vs distribué**
- 3.2. Niveau de granularité**
- 3.3. Politiques réactives vs pro-actives**
- 3.4. Fonctions de Virtualisation du Réseau**



# Chapitre 4.

## Solutions SDN disponibles

Le but de ce chapitre n'est pas de détailler chaque solution SDN émergeant, mais d'analyser les offres des principales constructeurs du marché et leur positionnement pour les tendances qu'on peut espérer de SDN prochainement.

### 4.1. Solution logiciel open source OpenDaylight

### 4.2. Écosystème SDN HP, solution virtualisée

SDN Dev Center. SDN App Store.  
HP SDN Developer Kit

### 4.3. Cisco ONE, hardware différentiel

Cisco Open Network Environment (ONE) is a comprehensive solution to help networks become more open, programmable, and application-aware. The broad capabilities of Cisco ONE help meet the needs of numerous market segments, including emerging concepts such as software-defined networking (SDN).

### 4.4. Brocade Ethernet Fabric, Fibre Channel support over Ethernet

Virtual Cluster Switching Pour les architectes du réseau et serveurs de data centre.

### 4.5. VMWare NSX, from physical to logical services

### 4.6. Juniper MetaFabric Architecture

### 4.7. Citrix NetScaler, plate-forme ouverte dirigé par app





# Chapitre 5.

## Applicabilité de SDN et possibilités

Ce chapitre a pour but de présenter ce qui apporte SDN, quelles sont les applications pratiques de ce nouvel paradigme. Ce ne sera pas exhaustive, mais c'est pour exemplifier. Cela permettra aussi d'avoir une idée de l'exploitation future de SDN.

### 5.1. Management du Réseau et Contrôle d'Accès

Association des flux aux groupe d'utilisateur permettant de définir les politiques d'accès à différents services.

### 5.2. VLANs

Réseaux isolés définis par flux.

### 5.3. Clients mobiles sans fils VoIP

Le contrôleur est implémenté pour tracer la localisation des clients et rediriger ses connections, avec la reprogrammation des tableaux de flux lors que l'utilisateur bouge à travers les réseaux



# Conclusion

⋮



## **Annexe A.**

### **Première annexe**

TI

# Bibliographie

- [1] Michael KENDE. *Internet global growth: lessons for the future*. Analysys Mason Limited, London, United Kingdom. Sept. 2012.
- [2] *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017*. White Paper. The Cisco® Visual Networking Index (VNI) Global Mobile Data Traffic Forecast Update is part of the comprehensive Cisco VNI Forecast, an on-going initiative to track and forecast the impact of visual networking applications on global networks. This paper presents some of Cisco’s major global mobile data traffic projections and growth trends. Fév. 2013.
- [3] Michael KENDE. *How Internet continues to sustain growth and Innovation*. Analysys Mason Limited and Internet Society (ISOC), London, United Kingdom. Oct. 2012.
- [4] *2 Years Later: The First Instagram Photo*. Postage d’un le blog officiel. 2013.
- [5] *Information Management and Big Data A Reference Architecture*. An Oracle White Paper. Fév. 2013.
- [6] *Intel’s Vision of Open Cloud Computing*. White Paper. Intel IT Center. 2013.
- [7] Pamela ZAVE. « Internet Evolution and the Role of Software Engineering ». English. Dans : *The Future of Software Engineering*. Sous la dir. de Sebastian NANZ. Springer Berlin Heidelberg, 2011, p. 152–172. ISBN : 978-3-642-15186-6. DOI : 10.1007/978-3-642-15187-3\_12. URL : [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-15187-3\\_12](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-15187-3_12).
- [8] Nick MCKEOWN et al. « OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks ». Dans : *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.* 38.2 (mar. 2008), p. 69–74. ISSN : 0146-4833. DOI : 10.1145/1355734.1355746. URL : <http://doi.acm.org/10.1145/1355734.1355746>.
- [9] Bruno Nunes ASTUTO et al. *A Survey of Software-Defined Networking: Past, Present, and Future of Programmable Networks*. Anglais. Jan. 2014.
- [10] D. Despotovi S. CVETANOVI et I. MLADENOVI. « The concept of technological paradigm and the cyclical movements of the economy ». Anglais. Dans : *Facta universitatis - series: Economics and Organization* 9.2 (2012), p. 149–159. ISSN : 330.342.143.
- [11] G. DOSI. *Technological paradigms and technological trajectories, Research Policy*. Anglais. 1982.

- [12] Christopher MONSANTO et al. « Composing Software Defined Networks ». Dans : *Presented as part of the 10th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation*. Lombard, IL : USENIX, 2013, p. 1–13. ISBN : 978-1-931971-00-3. URL : <https://www.usenix.org/conference/nsdi13/composing-software-defined-networks>.
- [13] Martin CASADO et al. « Fabric: A Retrospective on Evolving SDN ». Dans : *Proceedings of the First Workshop on Hot Topics in Software Defined Networks*. HotSDN '12. Helsinki, Finland : ACM, 2012, p. 85–90. ISBN : 978-1-4503-1477-0. DOI : 10.1145/2342441.2342459. URL : <http://doi.acm.org/10.1145/2342441.2342459>.
- [14] S. SEZER et al. « Are we ready for SDN? Implementation challenges for software-defined networks ». Dans : *Communications Magazine, IEEE* 51.7 (juil. 2013), p. 36–43. ISSN : 0163-6804. DOI : 10.1109/MCOM.2013.6553676.
- [15] N. FOSTER et al. « Languages for software-defined networks ». Dans : *Communications Magazine, IEEE* 51.2 (fév. 2013), p. 128–134. ISSN : 0163-6804. DOI : 10.1109/MCOM.2013.6461197.



# Glossaire

**Big Data** Big Data est un terme appliqué aux ensemble de données dont la taille est au-delà de la capacités des outils logiciels communs de les capturer, gérer et traiter. Une nouvelle classe de technologies et outils ont été développés pour surmonter le challenge de créer valeur commercial à partir la complexe analyse de ces donnés. Le terme est employé pour référer ce type de données ainsi que les technologies utilisées pour les stocker et traiter [5] . 1, 20

**Cloud Computing** Le Cloud Computing est x . 1, 20

**Paradigme** Un paradigme dénote une collection de règles, standards et exemples de pratiques scientifiques, partagés par un groupe de scientifiques. Sa genèse et continuation de la tradition de recherche sont conditionnées à l'engagement et au consensus qui en découle. [10] D'après Dosi [11], quand un nouveau paradigme technologique apparaît, il représente une discontinuité ou un changement de la manière de penser. Ce changement apporté par le paradigme est souvent lié à une sorte d'innovation radicale qui applique une nouvelle technologie. Dans ce document, le terme paradigme sera employé dans ce sens d'innovation et application de nouvelle technologie . 1, 5, 20

**Virtualisation** La Virtualisation est y . 1, 20



# Acronyms

**RTFM** Read the f... manual. ]page13

**SDN** Software-Defined Networking, Réseau Informatique Défini par Logiciel. ]page1, ]page4, ]page13

**SI** Système d'Information. ]page13

**TI** Technologie de l'Information. ]page1, ]page12, 13





## SDN : Software-Defined Netowrking

rédigé par Cynthia LOPES DO SACRAMENTO

---

### Résumé

Résumé en français ...

Mots clés : SDN, Réseaux Programmables, Plan de Contrôle, Plan de Données, Système d'Exploitation Réseau

---

### Abstract

Résumé en anglais ...

Keywords : SDN, Programmable Networks, Control Plane, Data Plane, Network Operating System

---