

# Rapport d'étude

---

Observatoire des Métiers des Télécoms

---

Hypothèses de transformation CLOUD et SDN/NFV  
dans le secteur des télécommunications

Première phase – Sopra Steria

Deuxième phase – Pierre Chanceaulme

---

<b>Avant-propos .....</b>	<b>4</b>
<b>Démarche .....</b>	<b>4</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Rappel de la demande .....</b>	<b>5</b>
1.1.1. Contexte et enjeux .....	5
1.1.2. Périmètre et Objectifs de l'étude .....	6
<b>1.2. Méthodologie .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Concepts et enjeux.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. Les concepts.....</b>	<b>8</b>
2.1.1. IT Cloud .....	8
2.1.2. Network Functions Virtualization (NFV) .....	12
2.1.3. SDN.....	14
2.1.4. Open Source.....	16
2.1.5. Telco cloud .....	18
2.1.6. Analytiques sur les données réseaux - Network Data Analytics .....	19
<b>2.2. Enjeux business .....</b>	<b>20</b>
2.2.1. Business & Service Agility.....	20
2.2.2. Business models : "Network as a platform" , "Network as a Service" .....	22
2.2.3. Disruption de nouveaux acteurs OTT.....	22
<b>2.3. Schéma général de l'adoption des nouvelles technologies de virtualisation par les Opérateurs .....</b>	<b>23</b>
2.3.1. Infrastructures (internes) dédiées aux fonctions réseaux classiques.....	23
2.3.2. Infrastructures dédiées aux réseaux clients entreprises.....	23
<b>2.4. Impacts sur les organisations et les processus .....</b>	<b>24</b>
2.4.1. Les évolutions.....	24
2.4.1. Agilité .....	25
2.4.2. Livraison continue (« continuous delivery ») .....	26
2.4.3. DevOps et NetOps .....	28
2.4.4. Ouverture sur le logiciel libre .....	29
<b>3. Changements métiers à anticiper .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1. Introduction .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2. Description des axes.....</b>	<b>30</b>
<b>3.3. Processus principaux .....</b>	<b>31</b>
<b>3.4. Conception/implémentation .....</b>	<b>31</b>
3.4.1. Virtualisation .....	31

3.4.2.	Automatisation.....	34
3.4.3.	Digitalisation.....	35
<b>3.5.</b>	<b>Exploitation/qualité .....</b>	<b>37</b>
3.5.1.	Virtualisation .....	37
3.5.2.	Automatisation.....	39
3.5.3.	Digitalisation.....	42
<b>3.6.</b>	<b>Autres évolutions .....</b>	<b>43</b>
3.6.1.	La gestion de l’infrastructure.....	43
3.6.2.	La valorisation du logiciel (softwarisation) .....	43
<b>3.7.</b>	<b>Conclusion intermédiaire.....</b>	<b>44</b>
<b>4.</b>	<b>Approfondissement des impacts métiers et compétences .....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.</b>	<b>Résultats de l’étude en termes de métiers impactés.....</b>	<b>45</b>
4.1.1.	Les constats apportés par le pré-rapport .....	45
4.1.2.	Les principaux enjeux en termes d’évolution des métiers.....	48
<b>4.2.</b>	<b>Premiers résultats en termes de compétences .....</b>	<b>49</b>
4.2.1.	Rapprochement des métiers du marketing et de l’implémentation technique.....	49
4.2.2.	De nouvelles compétences IT pour les métiers de l’ingénierie Réseaux.....	50
4.2.3.	De nouvelles compétences Open Source pour les métiers de l’Ingénierie Logicielles et un rapprochement avec les métiers de l’Ingénierie Réseaux .....	51
4.2.4.	Des métiers d’exploitation impactés par la logique du On-Demand .....	52
<b>5.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1.</b>	<b>Pour SOPRA .....</b>	<b>54</b>
<b>5.2.</b>	<b>Pour l’Observatoire des métiers.....</b>	<b>54</b>
<b>6.</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>58</b>
<b>6.1.</b>	<b>Liste des personnes ayant été interviewées pour l’étude .....</b>	<b>58</b>
<b>6.2.</b>	<b>Glossaire .....</b>	<b>58</b>

# Avant-propos

---

## Démarche

Le présent rapport d'étude, commandée par l'Observatoire des Métiers des Télécommunications (OMT) à Sopra Consulting, a été réalisé au cours de l'année **2016**.

Outre l'expérience des auteurs, la méthodologie mise en œuvre lors de l'étude s'appuie sur plus de **14** entretiens réalisés auprès d'acteurs d'opérateurs de réseau, d'éditeurs et d'équipementiers, dans le secteur des télécommunications.

Les informations recueillies ont fait l'objet d'analyses et de synthèses dont les résultats intermédiaires ont été présentés à deux reprises aux membres du Conseil d'Administration (CA) de l'OMT, pour commentaires et orientations.

## Remerciements

Les remerciements sont en tout premier lieu destinés à l'ensemble des contributeurs rencontrés et interviewés lors de l'étude. Ils ont eu la gentillesse de nous consacrer une partie de leur temps et de partager leur connaissance de la virtualisation des datacenters et des réseaux.

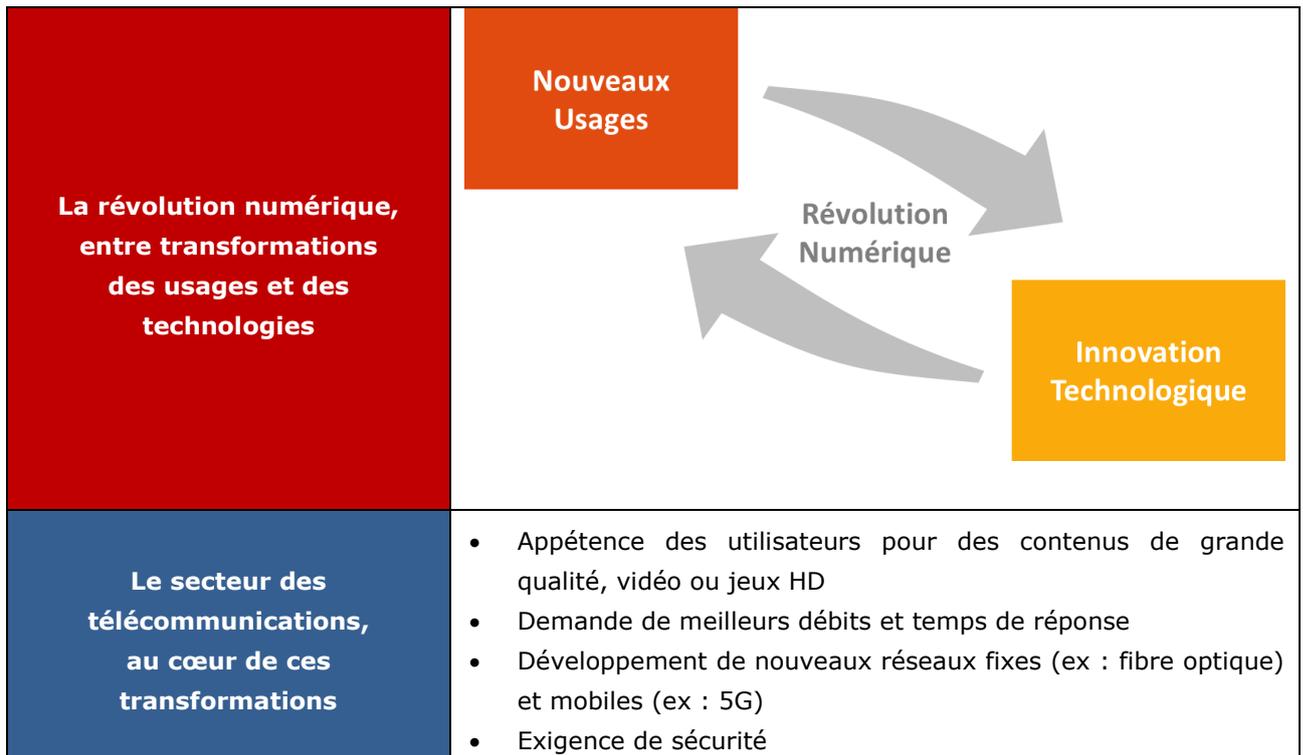
Nous souhaitons également remercier les membres du CA de l'OMT, pour leur écoute bienveillante, les conseils avisés et leur aide pour établir les contacts avec les acteurs de la virtualisation des réseaux au sein des opérateurs de télécommunications.

# 1. Introduction

## 1.1. Rappel de la demande

### 1.1.1. Contexte et enjeux

Le secteur des télécommunications est au cœur des transformations technologiques et des usages de la révolution numérique.



Ce secteur est particulièrement impacté par la virtualisation, aussi bien dans les datacenters depuis quelques années que pour les réseaux plus récemment.

<p><b>Le Cloud<sup>1</sup>, précurseur de la virtualisation des ressources, transforme les services et métiers de l'informatique</b></p>	<p><b>Les standards et technologies SDN / NFV<sup>2</sup>, à l'image du Cloud, promettent de virtualiser les équipements et fonctions réseaux</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depuis plus de 10 ans, standardisation du matériel, développement du Cloud et</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le SDN / NFV connaît un développement croissant, sous l'impulsion des organismes de</li> </ul>

<sup>1</sup> Informatique en nuage

<sup>2</sup> Voir définitions dans le chapitre 4 de cette étude

<p>apparition de nouveaux acteurs tels que Amazon AWS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les ressources informatiques deviennent accessibles sous forme de services, transformant la manière de concevoir, développer, utiliser, exploiter, superviser ou maintenir les solutions informatiques</li> <li>• Les opérateurs sont au cœur de cette transformation, leur offre incluant de plus en plus de services numériques et leur réseau reposant de plus en plus sur des ressources informatiques</li> </ul>	<p>standardisation et équipementiers ou fournisseurs de solutions télécoms, attirés par la perspective de rebattre les cartes entre les acteurs du marché des télécommunications</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La distinction entre services et infrastructure devient prégnante, les relations entre acteurs du marché évoluant rapidement</li> <li>• Les hypothèses de la transition vers le SDN / NFV et des impacts métiers restent encore incertains</li> </ul>
--	---

### 1.1.2. Périmètre et Objectifs de l'étude

Cette étude porte sur la virtualisation des ressources informatiques et réseaux, en particulier via les technologies du Cloud et du SDN/NFV.

Ses objectifs sont :

- Comprendre l'état de l'art et la dynamique de la diffusion de ces deux technologies au sein du secteur des télécommunications
- Établir la vision cible à 5 / 8 ans des opérateurs sur l'intégration de ces technologies au sein du secteur
- Identifier les hypothèses de transition vers ces nouvelles technologies
- Recenser les impacts (macro) sur les processus et métiers des télécommunications

## 1.2. Méthodologie

L'étude se déroule en trois phases :



## 2. Concepts et enjeux

---

### 2.1. Les concepts

#### 2.1.1. IT Cloud

##### a. Caractéristiques

Le Cloud Computing est basé sur cinq caractéristiques :

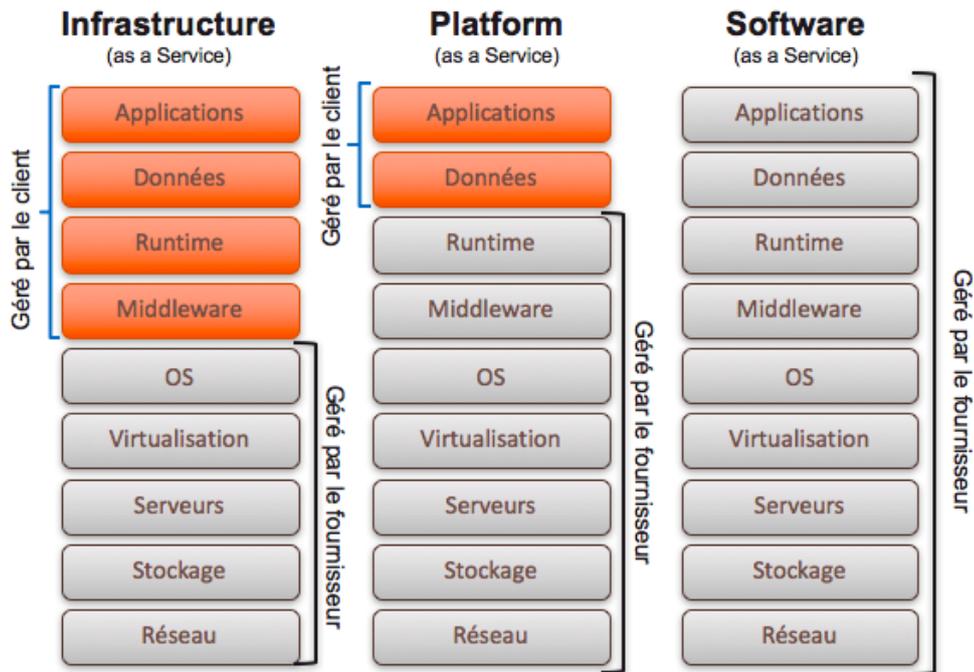
	<b>Service à la demande</b> : Tout est automatisé et à disposition en libre-service
	<b>Accessible partout</b> : Les données sont disponibles via le réseau et accessibles depuis un équipement (PC, tablette...)
	<b>Elasticité/Extensibilité rapide</b> : Augmentation ou diminution de la capacité selon les besoins
	<b>Utilisation quantifiable</b> : L'utilisation des ressources est mesurée et rapportée, assurant la transparence du service utilisé au client et au fournisseur
	<b>Le partage des ressources</b> : Les ressources sont mutualisées et mises à disposition des clients par le fournisseur de Cloud sur un modèle multi-tenant

**Le Cloud permet une utilisation flexible des ressources.**

**Cela impacte aussi bien la manière de consommer ces ressources que la manière de les fournir.**

##### b. Modèles de consommation

Le Cloud Computing se décompose en trois grands modèles de consommation :



Le SaaS (Software As A Service) met à disposition des utilisateurs des applications informatiques via une infrastructure Cloud, sans avoir la nécessité de gérer le réseau, les serveurs, les systèmes d'exploitation, le stockage.

Le PaaS (Platform As A Service) permet au client de bénéficier d'une plateforme de développement ou de déploiement d'application en utilisant des outils supportés et hébergés par un fournisseur, sans avoir à gérer le réseau, les serveurs, les systèmes d'exploitation ni le stockage.

L'IaaS (Infrastructure As A Service) apporte aux entreprises (notamment à leur DSI) une infrastructure virtualisée en leur fournissant, à la demande, une capacité de traitement et de stockage sans avoir à gérer le réseau, les serveurs et le stockage; ces ressources sont localisées dans des datacenter.

*En tant que fournisseur de services*

Le Cloud Computing est une nouvelle façon de fournir des Services (ce n'est pas une nouvelle technologie). C'est la mise en commun de ressources (moyen de paiement, facturation, CRM, DB as a service, OS, ...) rendues accessibles sous forme de Services orientés usage.

*En tant qu'utilisateur de services*

Le Cloud Computing permet :

Une utilisation orientée Service	Vous consommez les services à partir d'un catalogue accessible par un portail ou par API. Le Cloud crée une abstraction entre le service vu/consommé par l'utilisateur et les ressources informatiques sous-jacentes. Vous ne vous souciez plus de comment
----------------------------------	--

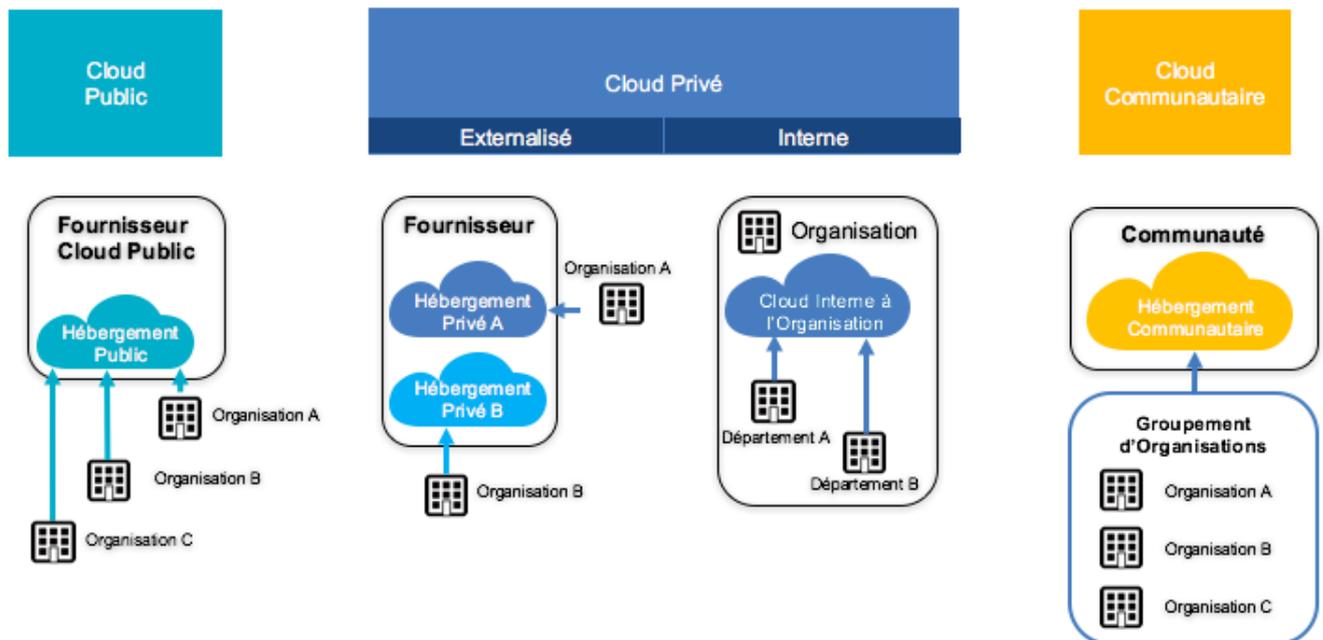
	est réalisé le service, seulement de son résultat.
Un accès en libre-service et à la demande	Vous pouvez utiliser les services que vous voulez quand vous le désirez (les services sont provisionnés au moment où vous en faites la demande).
Une facturation à l'usage	Vous payez uniquement les services que vous avez utilisés et pour l'utilisation que vous en avez faite. Certains font le choix d'un simple affichage de la consommation.
Une élasticité rapide	Les ressources sont allouées ou libérées rapidement à la demande du client, parfois automatiquement. Pour l'utilisateur, les capacités pourraient apparaître comme illimitées et pouvant lui être allouées à tout moment quelle que soit la capacité

**Les ressources proposées dans un modèle Cloud peuvent aller graduellement du simple accès à une ressource de traitement ou de stockage à une plateforme prête à l'emploi ou même des applications.**

### c. Les modèles de déploiement

#### Principes

Le Cloud peut être déployé selon 4 modèles, Cloud Public, Cloud Privé, Cloud Communautaire et Cloud Hybride



Les clouds privé et public sont les deux modèles de déploiement les plus répandus dont nous avons détaillé les caractéristiques basées sur les critères du NIST Special Publication 800-145.

L'Organisation peut être une entreprise, une Administration, une association ou un particulier.

	CLOUD PUBLIC	CLOUD PRIVE	
		Externalisé	Interne
ENVIRONNEMENT	Environnement externe possédé et opéré par le Fournisseur.	Environnement hébergé, managé et possédé par le Fournisseur.	Environnement interne provisionné, managé et possédé par l'Organisation.
PROPRIETE	Multi-tenant (mutualisé)	Single-tenant (dédié)	Utilisé uniquement par le client (Single-tenant)
FLEXIBILITE	Grande	limitée	
ELASTICITE	Oui		Limitée
ACCESSIBILITE	Accès par un lien Internet via VPN ou dédié		Accès interne ou par un lien sécurisé
COÛT	Coût à l'usage et possibilité de coût fixe		Coût fixe
SECURITE DES DONNEES	Délégation des choix technologiques et des politiques de défense au fournisseur.	Délégation négociable par l'Organisation des choix technologiques et des politiques de défense du fournisseur.	L'Organisation maîtrise les choix technologiques et les politiques de défense.
LOCALISATION DES DONNEES	Possibilité de garantir la localisation selon le fournisseur (sous condition).		Localisation maîtrisée par l'Organisation
AUDITABILITE	Via un tiers		Réalisée selon les conditions décidées par l'Organisation ou via un tiers

Le modèle Communautaire peut être vu comme un Cloud privé où l'Organisation serait une communauté d'Organisations ayant un intérêt commun.

Le modèle Hybride est défini par le NIST comme étant un ensemble de ces différents modèles.

### **Cloud privé**

Le modèle Cloud Privé permet de choisir ses propres technologies, de garder la maîtrise sur sa politique de données mais il est nécessaire d'investir pour acquérir et installer les infrastructures réduisant ainsi l'élasticité, la flexibilité. La problématique de l'obsolescence du SI, de l'hétérogénéité du parc informatique reste une activité importante de la DSI.

### **Cloud public**

Le Cloud public permet de bénéficier de l'innovation permanente des fournisseurs Cloud et de leur capacité virtuellement infinie sans avoir à considérer les infrastructures sous-jacentes. Cependant c'est un modèle où

la délégation est complètement confiée au fournisseur de service Cloud (définition de l'offre, choix technologique, sécurité, politique de la donnée, écosystème du fournisseur de solution Cloud ...).

### **Au-delà du Cloud Public : les plateformes ciblées**

Grâce aux services de Cloud Public, de nouveaux concepts de plateforme ciblant un secteur industriel sont en train de voir le jour :

General Electric (GE) a créé la plateforme Predix dédiée à « l'Industrial Internet » faisant la convergence entre l'industrie, internet des objets et le Big Data ciblant les marchés industriels d'interconnexion de machine pour des services tels que la maintenance prédictive.

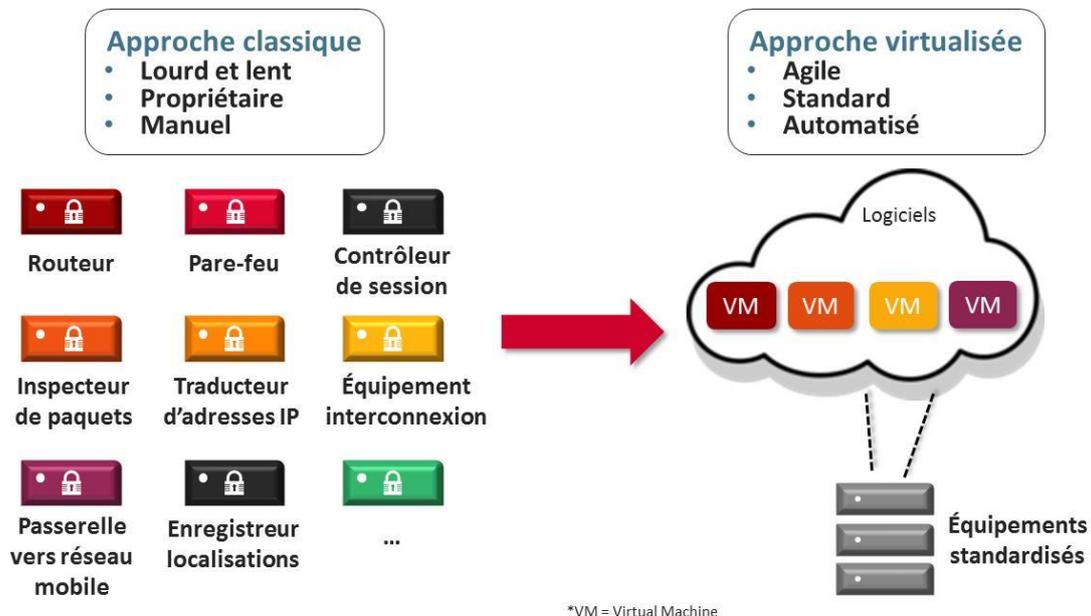
Schneider a également développé une plateforme de services de convergence IT / OT pour l'optimisation de la gestion d'énergie.

**Le Cloud peut être local (privé) ou bien externe (public). Le modèle du Cloud public permet d'externaliser l'infrastructure coté client et de bénéficier d'effet d'échelle important coté fournisseur.**

## 2.1.2. Network Functions Virtualization (NFV)

### a. Concept

Le NFV consiste à faire assurer les fonctions réseau (cf exemple dans le schéma ci-dessous) non plus par du matériel dédié mais par des logiciels s'exécutant sur du matériel banalisé ("commoditisé") façon « datacenter ».

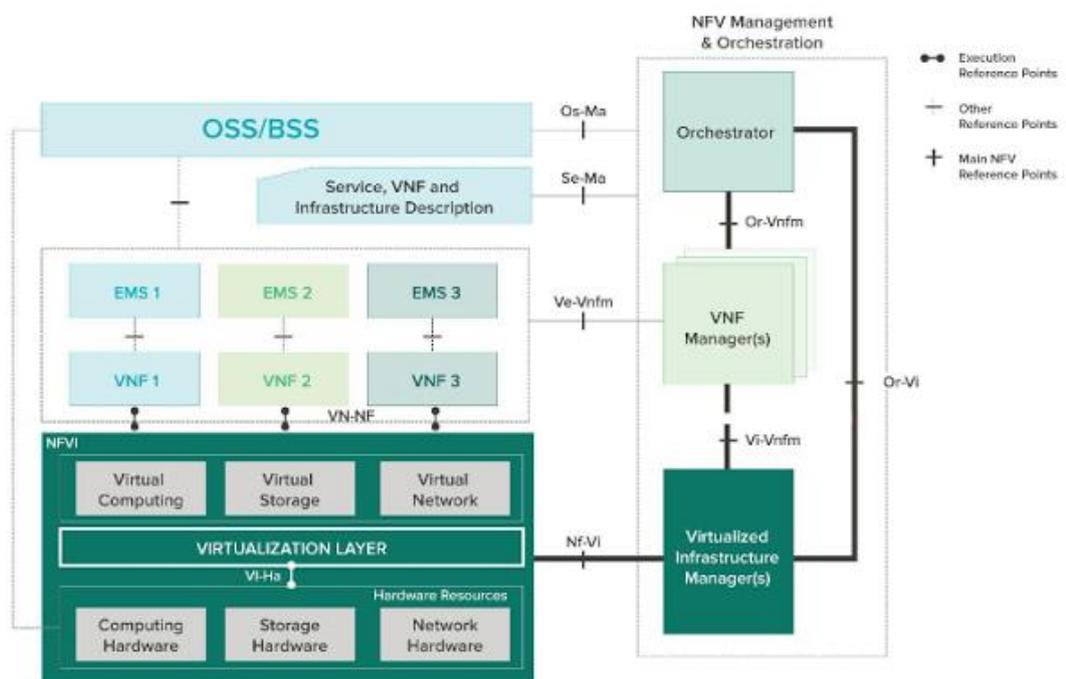


**La virtualisation des fonctions réseau entraine une simplification de la gestion de l'infrastructure et une nouvelle souplesse dans la gestion des fonctions réseau.**

b. Formalisation

L'ETSI a proposé une formalisation d'une architecture pour supporter les fonctions réseau virtualisées (VNF par opposition aux PNF, fonctions réseau physiques).

Architecture NFV proposée par l'ETSI



Sur la base des composants élémentaires (Infrastructure virtualisée, fonctions réseaux virtualisées, Equipement Management Systems) et OSS/BSS, l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) identifie les grandes fonctions nécessaires à la gestion et à l'orchestration de ces réseaux virtualisés et propose une 1<sup>ère</sup> macro-définition des composants qui assurent ces fonctions et leurs interfaces.

Le composant clef de cette architecture est l'orchestrateur qui, à partir d'une définition des VNFs, des ressources disponibles et du catalogue de services basés sur ces VNFs, traduit les demandes d'activation reçues des systèmes de support aux opérations (OSS) pour faire allouer les ressources, faire démarrer les VNF et les faire chainer afin de rendre les services demandés.

Ces définitions fournissent un cadre conceptuel mais sont aujourd'hui insuffisantes pour instancier un système opérationnel.

Exemples de VNF :

- Niveau 2 OSI « Switch virtualisé » : logiciel OpenVSwitch
- Niveau 3 OSI « Router virtualisé » : OpenVSwitch+IPTables
- Niveau 4 OSI « virtual Load Balancer » & « virtual firewall »: Ex Apache Load Balancer ou Vyatta 5600 vRouter (Firewall).

**L'architecture proposée par l'ETSI permet de définir les nouveaux composants nécessaires pour bénéficier de services composites utilisant des ressources virtualisées.**

### 2.1.3. SDN

Le Software Defined Network (SDN) est un principe d'architecture des fonctions réseau et des systèmes qui les pilotent, qui facilite la gestion de ces fonctions réseau virtualisées permettant de tirer un meilleur parti des réseaux et de mettre en œuvre des architectures dynamiques et scalables.

L'Open Networking Foundation vise à standardiser le SDN par des architectures et des protocoles décrits brièvement à la suite.

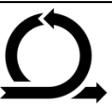
#### a. Principes

Le Software Defined Network (SDN) repose sur le principe de la séparation physique : du plan de control et du plan de forwarding du réseau, avec un contrôle de plusieurs équipements par le plan de contrôle.

Le SDN se traduit par une architecture émergente dynamique, maintenable, économique et adaptable, ce qui la rend idéale pour les applications modernes à forte bande passante et très dynamiques.

En séparant le contrôle du réseau et les fonctions de forwarding, cette architecture permet de rendre le contrôle réseau directement programmable et d'abstraire l'infrastructure sous-jacente pour les applications et les services réseau.

L'architecture SDN est :

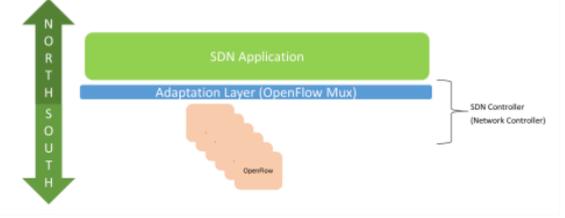
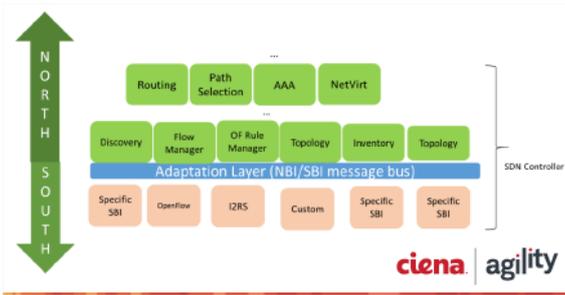
	<b>Directement programmable</b> : Le contrôle du réseau est directement programmable. Cela est possible car il est découplé des fonctions de transfert dont la performance de l'équipement dépend.
	<b>Agile</b> : La séparation du contrôle (et du transfert) permet aux administrateurs de distribuer dynamiquement et sur tout le réseau les flux de trafic en fonction des variations des besoins.

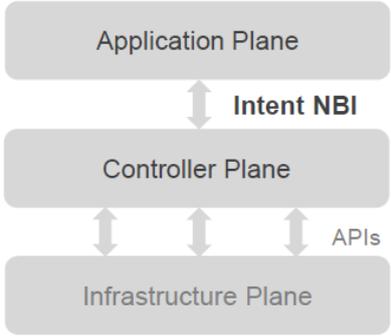
	<p><b>Géré centralement :</b> L'intelligence du réseau est centralisée dans des contrôleurs SDN logiciels qui maintiennent une vue globale du réseau, à laquelle les applications et les moteurs de politiques accèdent par un point d'entrée unique.</p>
	<p><b>Configurée de manière programmable :</b> Le SDN permet aux gestionnaires réseau de gérer/configurer les ressources réseau efficacement à l'aide d'interfaces orientées métier.</p>
	<p><b>Basé sur des standards ouverts et indépendants :</b> le SDN simplifie la conception et l'exploitation des réseaux en préconisant et en facilitant la mise œuvre de formats ouverts et standardisé</p>

**Le réseau piloté par logiciel formalise et industrialise la gestion du réseau par des abstractions : vue globale, approche fonction et interface métier centralisée.**

b. Époques/Versions

Ce tableau présente l'évolution de la standardisation du SDN par l'ONF

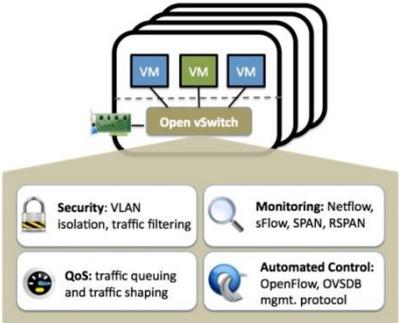
Version	Principes	Schéma
1	<p>Dans cette première version, l'accent est mis sur la mise en œuvre d'une couche intermédiaire avec des API nord et sud, utilisant OpenFlow pour dialoguer avec les équipements</p>	
2	<p>La deuxième version du SDN a revu les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Focus sur les interfaces Nord et Sud des contrôleurs SDN</li> <li>* Liste des fonctionnalités des contrôleurs SDN</li> <li>* Ouverture des interfaces Sud à d'autres langages qu'OpenFlow (SDN is not OpenFlow !)</li> </ul>	

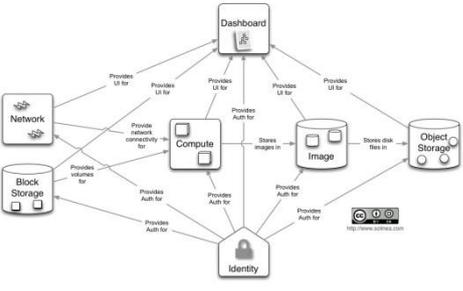
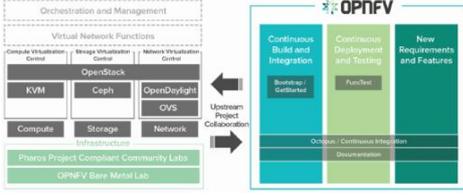
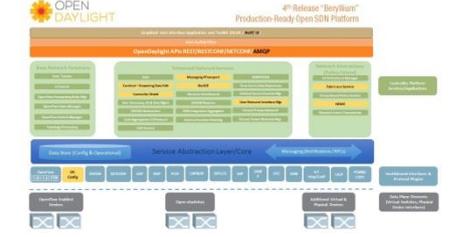
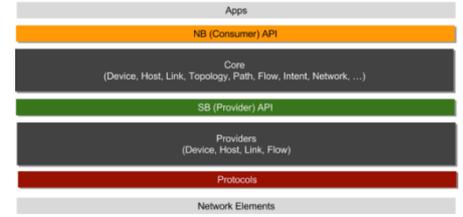
<p>3</p>	<p>La troisième version du SDN met l'accent sur un modèle fournisseur/consommateur de services réseau avec trois plans : l'application, le contrôleur et l'infrastructure qui ont chacun un niveau d'information et une capacité d'action spécifique.</p> <p>L'application plane exprime un besoin (le « quoi »), le controller plane détermine la manière de le traiter (le « comment »).</p> <p>Cette interaction orientée intention favorise la généralité des demandes émises par l'application plane, la portabilité (d'un controller plane à un autre), l'indépendance d'implémentation entre les 2 plans, donne plus de liberté au controller plane pour résoudre les conflits entre requêtes (non contraint par le comment).</p>	
----------	--	--

**L'architecture des contrôleurs SDN proposée par l'ONF a d'abord adressé l'utilisation de protocoles de configuration ouverts puis les modalités d'interactions « au nord » avec les systèmes d'information.**

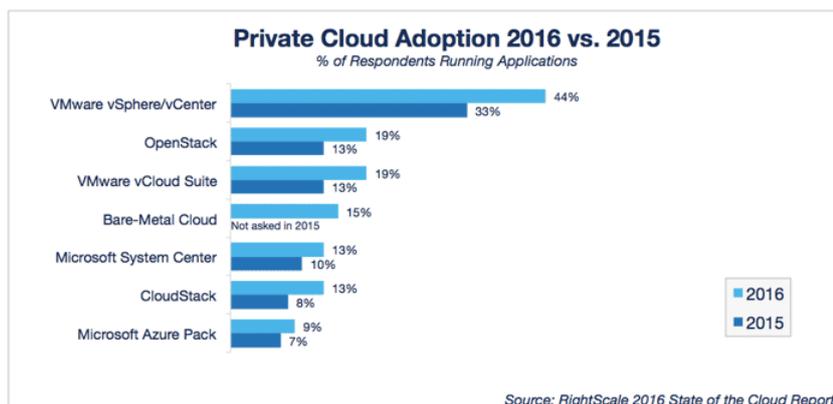
### 2.1.4. Open Source

Plusieurs projets OpenSource ont été lancés pour proposer des implémentations de ces concepts

Projet	Description	Schéma
<p>OpenVSwitch (NFVI)</p>	<p>OVS est un switch multi-layer virtualisé et distribué.</p> <p>Objectif : fournir une VNF de routage (L2 OSI)/switching (L3 OSI) pour les environnements virtualisés supportant différents protocoles et standards.</p> <p>Licence : Apache Licence 2.0</p>	

<p>OpenStack (VIM)</p>	<p>OpenStack est un ensemble de logiciels OpenSource pour gérer une infrastructure Cloud (IaaS).</p> <p>Relève de : Fondation OpenStack</p> <p>Licence : Apache</p>	
<p>Open Platform for NFV (Package de solutions OpenSource)</p>	<p>OPNFV est une plateforme collaborative pour la virtualisation des fonctions réseau.</p> <p>Relève de : Linux foundation</p> <p>Licence : Apache Licence 2.0</p>	
<p>OpenDaylight (SDN Controler)</p>	<p>ODL est un framework et une plateforme SDN.</p> <p>Objectif : accélérer l'adoption du SDN et la mise en oeuvre de VNF.</p> <p>Relève de : Linux foundation</p> <p>Licence : Eclipse Public License – v 1.0 (EPL)</p>	
<p>Open Networking Operating System (SDN Controler)</p>	<p>ONOS est un operating system SDN.</p> <p>Il cible particulièrement les Communication Service Providers.</p> <p>Relève de : Open Networking Lab (On.lab)</p> <p>Licence : Apache Licence 2.0</p>	

Ces projets ont des niveaux d'adoption variables mais OpenStack devient un standard du marché (dans plus de 19% des clouds privés d'après une étude de RightScale).



**La prépondérance de ces technologies pour certains de ces composants entraîne les opérateurs à se positionner sur l'appropriation directe de technologies OpenSource.**

### 2.1.5. Telco cloud

La virtualisation des ressources informatiques a conduit à la virtualisation des fonctions réseau qui nécessite et bénéficie également de la programmabilité du réseau.

Mais les caractéristiques des services offerts par le cloud computing peuvent être appliquées aux services télécom.

				
<b>Service à la demande</b>	<b>Accessible partout</b>	<b>Elasticité</b> <b>Extensibilité rapide</b>	<b>Utilisation quantifiable</b>	<b>Le partage des ressources</b>

Les services réseau sont alors « A la demande et en tant que service » ou « As A Service ».

Pour offrir une nouvelle façon de consommer les services télécom, la virtualisation et le réseau piloté par logiciel sont complétés par une forte automatisation des processus et des interfaces selfservice.

Ces modes de consommation des services ont pour pré-requis :

- Des interfaces autonomes, portail ou API
- Une forte automatisation de la souscription et de la gestion du cycle de vie des services

	<b>Virtualisé : NFV</b>
	<b>Programmable : MANO + VIM + SDN</b>
	<b>Forte automatisation</b> de la gestion du cycle de vie des services
	<b>Interfaces selfservice</b> par portail ou API

La virtualisation et la programmabilité du réseau sont nécessaires à cette automatisation mais elles nécessitent également de revoir les règles de gestion mises en œuvre pour maximiser le nombre de cas que le système peut gérer sans intervention humaine.

**Pour offrir une nouvelle façon de consommer les services télécom, la virtualisation et le réseau piloté par logiciel sont complétés par une forte automatisation des processus et des interfaces selfservice.**

## 2.1.6. Analytiques sur les données réseaux - Network Data Analytics

### a. Utilisation des données par les opérateurs réseaux à aujourd'hui

Les données jouent un rôle primordial pour maintenir une qualité réseau optimale. Le rôle de l'analyse des données dans le réseau est de permettre d'analyser la charge, la qualité et l'efficacité du réseau, et en conséquence d'optimiser les dépenses réseaux (déploiement, maintenance...), ces données ont un usage interne seulement.

Le cas d'usage commercial, qui consiste à vendre à des tiers des analyses du réseau, nécessite de prendre en compte les contraintes de la protection de la vie privée suivies par la CNIL. Les données réseau doivent être totalement anonymisées avant exploitation. En conséquence, les résultats des analyses n'ont qu'un caractère statistique et peu de valeur commerciale.

### b. La collecte des données

L'analyse des données, avec l'introduction de la virtualisation des composants réseaux reposant sur du hardware générique, va donc être beaucoup plus stratégique pour l'amélioration de la qualité réseau, de son comportement et de son déploiement.

La collecte des données va être facilitée grâce à la standardisation du hardware supportant les fonctions réseaux virtuelles SDN ou NFV ; les capacités de stockage augmentent constamment et il devient de plus en plus simple pour un opérateur de collecter et conserver des grandes quantités de donnée pour ensuite effectuer des analyses avancées.

### c. Le contrôle réseau

Les métriques collectées vont permettre d'aller plus loin dans la compréhension des comportements réseaux. Le Machine Learning et le Big Data vont permettre d'effectuer des traitements sur les données bien plus poussées que ce qu'un humain pourrait effectuer et ainsi faire évoluer le comportement des réseaux en temps réel grâce à ces analyses.

La virtualisation des réseaux va permettre de pouvoir re-router le trafic automatiquement en fonction de problème réseaux détectés ou « prédits » grâce aux analyses temps réels des métriques collectées. A l'instar du secteur de l'Industrial Internet, les équipements du réseau pourront bénéficier de la maintenance prédictive. De plus la validation de déploiement réseaux par le logiciel va ainsi permettre de réduire les déplacements humains et ainsi accélérer la mise à disposition de nouveaux services.

Les algorithmes de Machine Learning vont devenir stratégiques pour les opérateurs réseaux, car ils vont permettre aux opérateurs de mieux comprendre le comportement de leurs clients et donc réduire le taux de déperdition de clients (churn) grâce à des analyses prédictives obtenues sur des données en temps réel. Les analyses prédictives vont ainsi permettre d'améliorer le déploiement et la maintenance

et permettre d'offrir un niveau d'assurance réseau dynamique jouant un rôle déterminant pour se distinguer des concurrents.

L'expérience des opérateurs de Cloud IT concernant l'analyse des comportements des centres de données confirme l'utilisation de sondes dans le réseau en distinguant trois niveaux :

- les plans de transfert des données, de contrôle et de configuration (management)

Grâce à ces trois niveaux de sondes, l'opérateur sera en mesure d'avoir une vue sur la topologie réseau, la qualité de connexion et le routage et pouvoir proposer à ses clients un niveau de service élevé avec engagement (SLA).

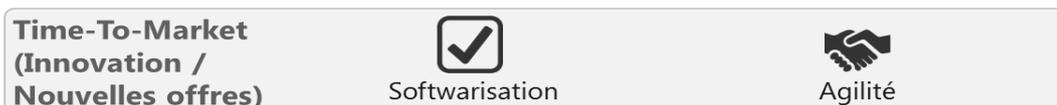
Enfin l'analyse prédictive va permettre d'anticiper des comportements réseaux et ainsi améliorer le management de ressources en utilisant des algorithmes utilisant les informations provenant des sondes. La maintenance prédictive permettra une gestion dynamique des politiques réseaux en se basant sur les informations provenant du réseau global en temps réel.

## 2.2. Enjeux business

Ce paragraphe décrit les enjeux business liés à la virtualisation des réseaux sous trois aspects : l'agilité dans la mise en œuvre de nouvelles offres et des nouveaux services, les nouveaux modèles de revenu et les nouveaux acteurs « Over the top ».

### 2.2.1. Business & Service Agility

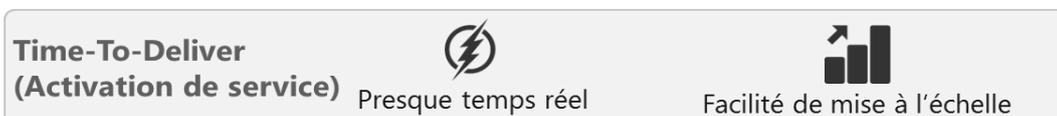
#### a. Mise en œuvre de nouvelles offres et de nouveaux services



La capacité à concevoir et valider de nouvelles offres est facilitée par la mise à disposition sous forme logicielle des fonctions réseaux. Cela permet de prototyper la valeur métier des services sans avoir à commander et déployer du matériel physique, puis à tester ces offres dans un écosystème réaliste avec les délais du « continuous delivery » IT.

Les composants d'activation de service multi-domaine, avec des services modélisés dans les langages standardisés et des API orientées intentions accélèrent l'intégration de nouveaux services.

Ces avancées techniques sont combinées avec l'approche Agile permise par la gestion logicielle des fonctions réseau. Cette approche conduit à découper finement les besoins, à les (re)prioriser très fréquemment et à mettre à disposition ces fonctions ou services sur des cycles courts qui permettent de prendre en compte les retours utilisateurs dans des cycles courts ultérieurs.



Lorsque la connectivité client-opérateur est en place, le préprovisionnement de la capacité matérielle et le pilotage à distance des fonctions réseau permettent d'activer des services pour un client sans intervention manuelle en quasi temps réel en faisant abstraction des spécificités des différents équipements (ex : mise en œuvre d'un firewall, d'un routeur, d'un filtrage de contenu internet).

Les mêmes principes permettent en cas de demande croissante (ou décroissante) d'un service d'allouer plus (ou moins) de capacité pour un service de manière également quasi temps réel.

#### b. Optimisation des couts



La virtualisation des fonctions doit entraîner des réductions dans les investissements réseau par le biais de 2 moyens :

- L'utilisation d'un matériel générique issu du cloud IT à la place d'équipements spécifiques et dédiés par fonctions (ex : firewall, NAT, compression).
- Le découplage entre les fonctions réseau et le hardware permet de limiter et de mutualiser les surcapacités pour faire face à des pics de charge temporaire (dans la mesure où ces pics de charge ne sont pas concomitants).

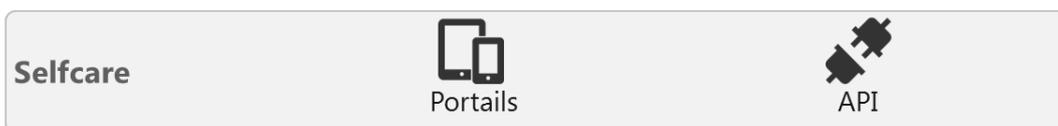
Le constat des opérateurs actuellement est que le gain constaté sur les CAPEX est inférieur à celui escompté au vu des coûts de licence. L'opérateur reste également dans un modèle captif. La mutualisation plus forte des infrastructures pourrait néanmoins à terme permettre des économies plus importantes.



Le pilotage du réseau par le logiciel ouvre la voie à une simplification de l'infrastructure. Cela nécessite de formaliser le catalogue des services proposés sur ces infrastructures et de automatiser les opérations correspondantes. Cette démarche et cet investissement complémentaire à la mise en œuvre des composants SDN sont nécessaires à l'obtention de gain sur les OPEX. Les grands acteurs du Cloud (Amazon, Microsoft, Google) s'appuient sur ces principes pour rationaliser leurs coûts.

L'amélioration de la qualité de service provient de l'automatisation de tâches de configuration manuelles et de la mise en œuvre de tests automatisées à l'aide d'outils de « continuous delivery ». Ces 2 principes permettent de réduire de manière conséquente les erreurs conduisant à des interruptions de service.

## 2.2.2. Business models : “Network as a platform” , “Network as a Service”



La mise en œuvre de portails de selfservice permet à la fois d’améliorer l’expérience client en « ATAWADAC » :

- Anytime : le service est continu
- Anywhere : le service est accessible de l’entreprise, au domicile et en mobilité
- Anydevice : le service est multi-canal (web, tablette, mobile)
- Anycontent : tous les services sont exposés sur le portail

Les APIs permettent de développer de nouveaux marchés en permettant à un écosystème de partenaires d’intégrer les services de l’opérateur.

En interne, cette approche permet également à l’opérateur de créer des interactions plus facilement :

- Entre les fonctions de maîtrise (« assurance ») des services et d’activation pour aboutir à une utilisation des ressources sur le modèle du Cloud et améliorer sa compétitivité par rapport aux acteurs OTT.
- Entre les différents services pour attaquer de nouveaux marchés



Le nouveau modèle de facturation « Paiement à l’usage » permet à l’opérateur de devenir attractif pour de petits acteurs qui bénéficient d’un coût initial réduit et peuvent tester des services à faible échelle.

En externe, l’approche API permet de favoriser l’intégration des services de l’opérateur dans des services plus complets. L’opérateur peut devenir une plateforme d’échange entre des tiers fournisseurs de contenu et des tiers « over the top » (ex : cloud of clouds de British Telecom).

## 2.2.3. Disruption de nouveaux acteurs OTT

La virtualisation des fonctions réseau permet d’imaginer de nouveaux modèles économiques où un MVNO pourrait se lancer en hébergeant des versions minimalistes des composants de son réseau téléphonique dans le Cloud. Dans un tel modèle, le coût d’entrée du lancement d’un opérateur MVNO est grandement réduit et il peut être viable sur un périmètre restreint.

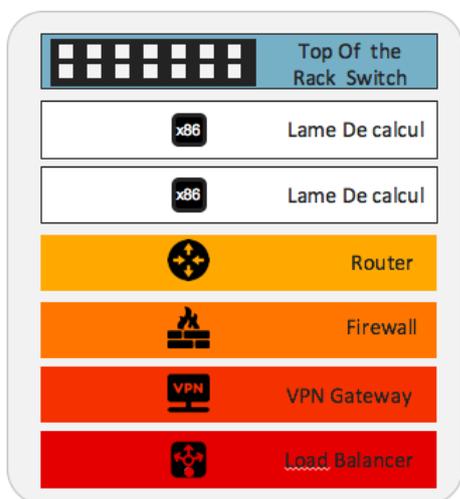
## 2.3. Schéma général de l'adoption des nouvelles technologies de virtualisation par les Opérateurs

### 2.3.1. Infrastructures (internes) dédiées aux fonctions réseaux classiques

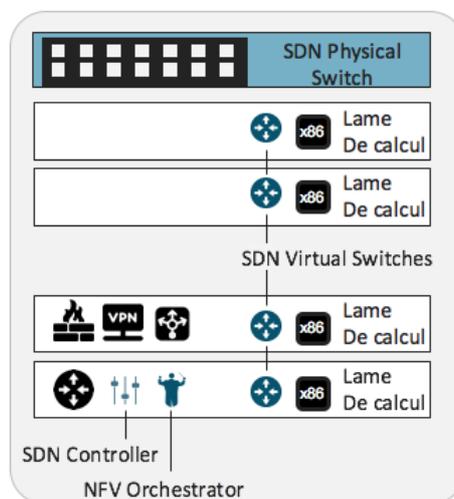
L'introduction de la virtualisation des orchestrateurs SDN et des fonctions réseaux sur du matériel banalisé permet de faire évoluer l'architecture des centres de données situés dans les points de présence.

Sur le schéma ci-dessous nous avons présenté les évolutions induites dans les points de présence, à gauche se trouve un point de présence actuel et à droite une nouvelle génération de point de présence intégrant la virtualisation logicielle de fonction réseau.

Centre de Données dans un point de présence



Centre de Données dans un point de présence nouvelle génération

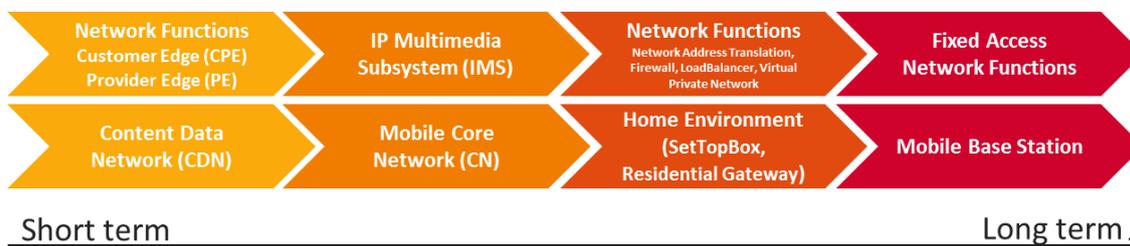


Nous pouvons constater que l'un des avantages de cette nouvelle architecture est une meilleure optimisation des capacités réseaux sur les lames de calcul banalisées. Un centre de nouvelle génération devrait permettre ainsi d'optimiser les consommations d'énergie, d'optimiser la gestion de l'obsolescence des contrats fournisseurs et de pouvoir intégrer rapidement des solutions de résilience et ainsi être capable de déployer un nouvel équipement virtuel en cas de problème sans intervention humaine. De plus les solutions virtuelles offrent la possibilité de choisir différentes technologies, facilitant ainsi la prise de décision stratégique.

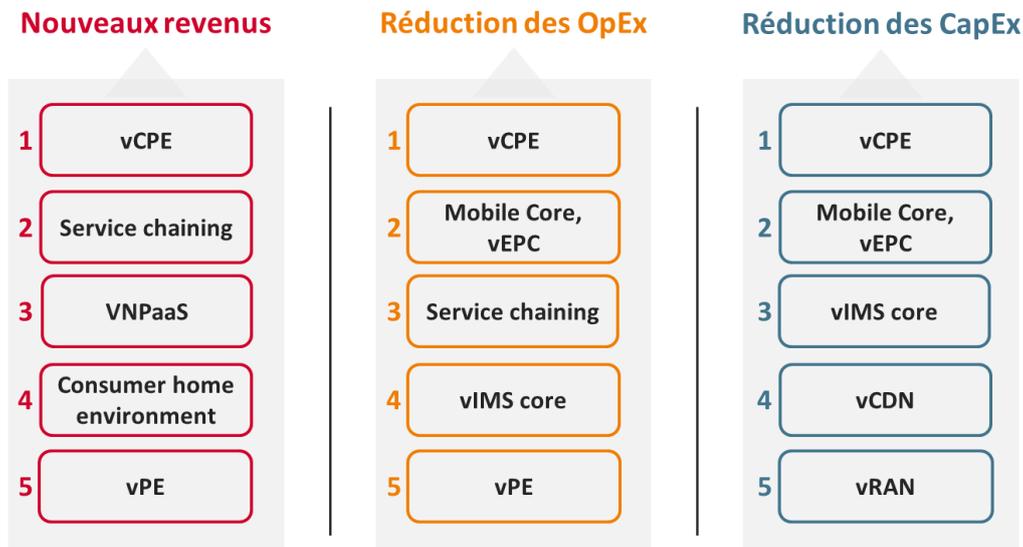
### 2.3.2. Infrastructures dédiées aux réseaux clients entreprises

Les 2 schémas ci-dessous présentent respectivement :

- La cible temporelle de virtualisation des fonctions réseau des opérateurs par catégorie



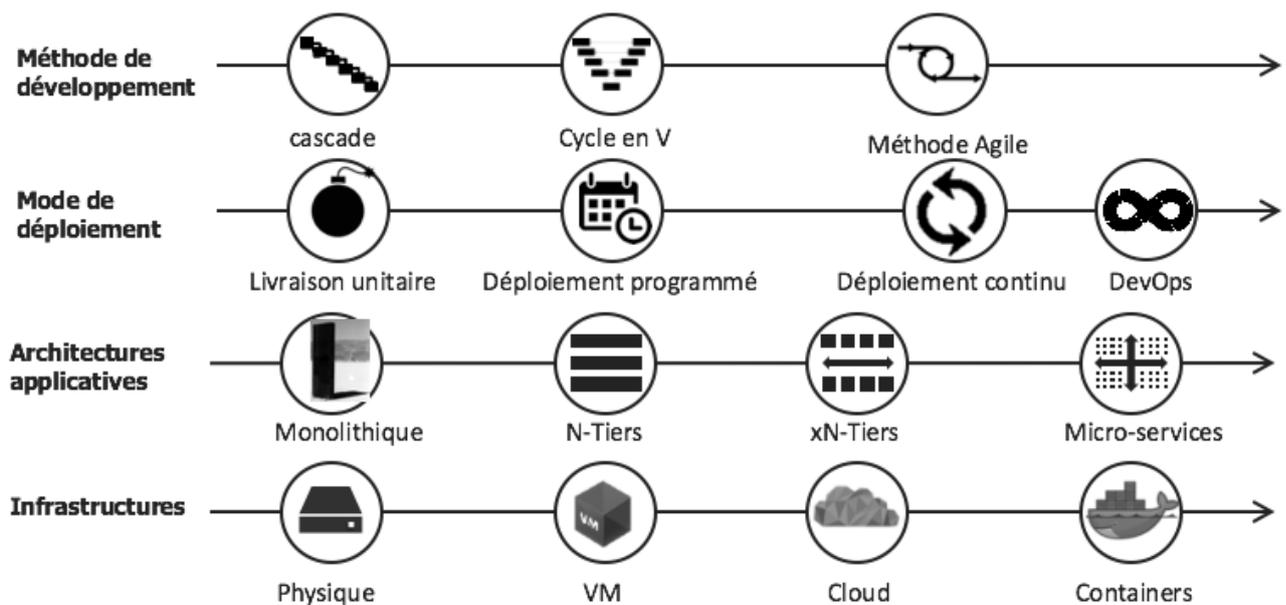
- les contributions attendues de ces différentes technologies par rapport à 3 types de bénéfices



Données basées sur une enquête réalisée par Infonetics Research entre février et mars 2014 auprès de 31 CSP (29 répondants pour les trois critères présentés ci-dessus). La chronologie de virtualisation évoquée dans le schéma peut se différencier d'un opérateur à l'autre.

## 2.4. Impacts sur les organisations et les processus

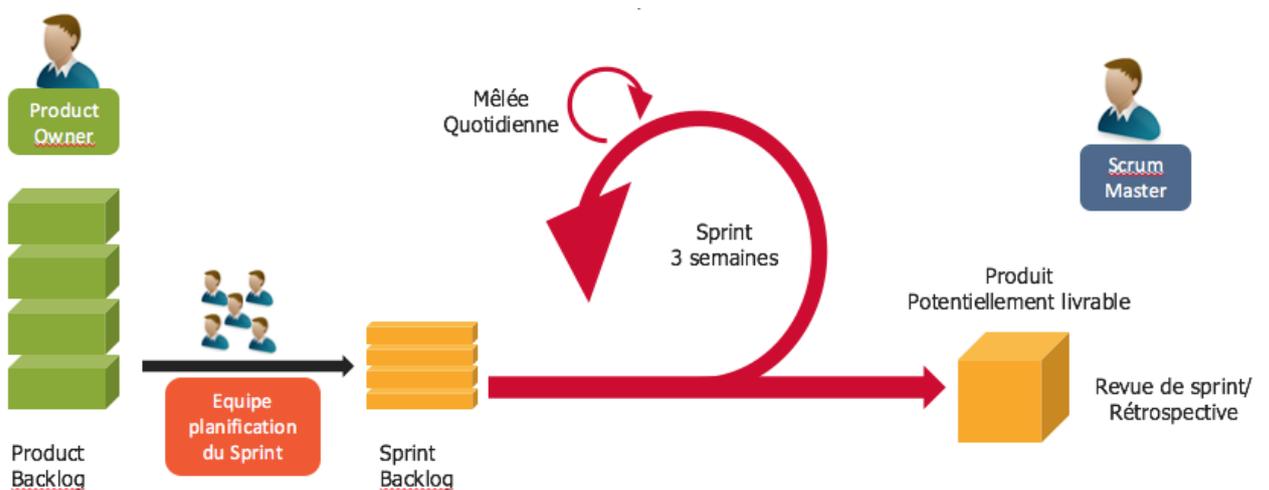
### 2.4.1. Les évolutions



Ce schéma reprend les évolutions d'un point de vue infrastructure, développement d'application et les méthodes de déploiement permettant à une entreprise de rester innovante et de proposer rapidement de nouvelles solutions.

Lors de nos entretiens, les opérateurs Télécom ont clairement identifié ces évolutions comme étant nécessaires, les fournisseurs COTS (Progiciels) sont également en train de faire évoluer leurs produits réseaux vers des solutions plus agiles, avec des architectures applicatives Cloud Native permettant de bénéficier des avantages du Cloud.

### 2.4.1. Agilité



#### a. Méthodes

1. Au démarrage d'un sprint, l'équipe de développement sélectionne les éléments de la liste ordonnée des exigences (Product Backlog) qu'elle pense pouvoir réaliser dans le délai associé au sprint en collaboration avec le Product Owner.
2. Chaque jour, l'équipe de développement se coordonne et mesure son avancement.
3. A la fin du Sprint, elle présente les résultats de son travail au Product Owner et aux utilisateurs finaux afin de recueillir les feedbacks pour tirer les leçons du sprint écoulé et étudier les moyens de s'améliorer. S'enchaîne ensuite la planification du sprint suivant.

#### b. Rôles

##### **Product Owner (MOA) : représente le Client**

Il définit les fonctionnalités du produit, il décide des dates de livraison et de leur contenu.

Il est responsable de la rentabilité du produit (ROI), priorise les fonctionnalités en fonction de la valeur métier, ajuste les fonctionnalités et leur priorité avant chaque planification d'itération.

Enfin il accepte ou rejette les fonctionnalités réalisées et est l'animateur des réunions de planification de sprint

### **Scrum Master (MOE)**

S'assure que l'équipe est pleinement opérationnelle et productive.

Établit une collaboration étroite entre l'ensemble des rôles et fonctions.

Supprime les obstacles rencontrés par l'équipe de développement.

Protège l'équipe des interférences extérieures.

Assure le suivi du processus.

### **Equipe d'assistance du Product Owner**

Elle assiste le Product Owner et peut, à ce titre, intervenir dans le cadre des activités associées aux responsabilités de ce dernier.

### **Equipe de développement**

Réalise les fonctionnalités du produit.

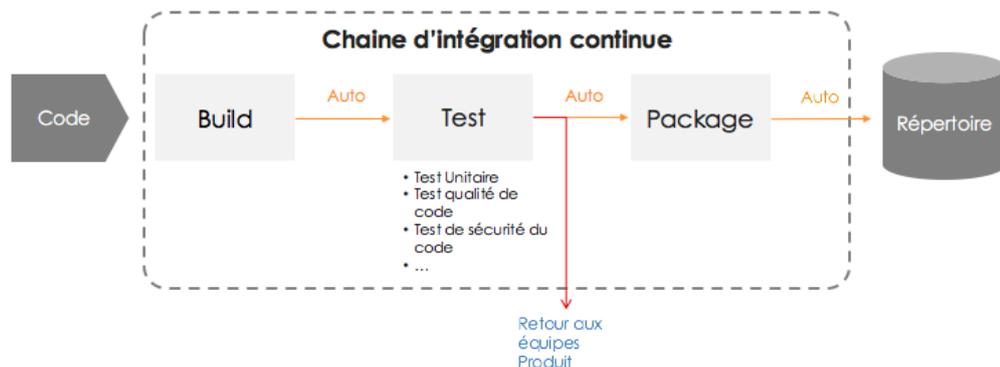
Présente au Product Owner les résultats de son travail sous forme de démonstrations.

Maintient à jour les spécifications détaillées du produit.

Package et livre le produit.

## 2.4.2. Livraison continue (« continuous delivery »)

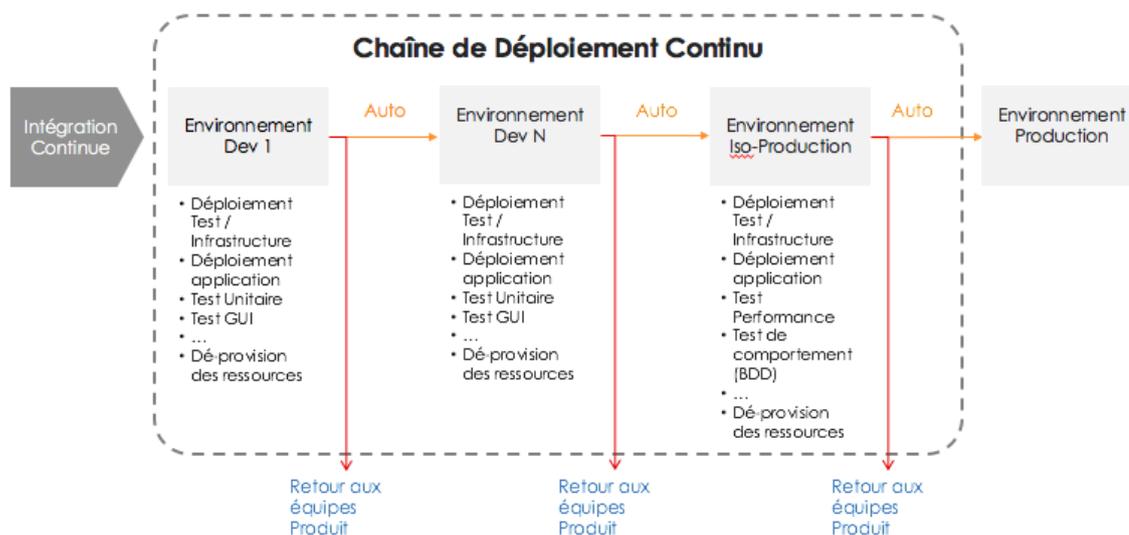
### *Intégration continue*



L'objectif de l'intégration continue est de s'assurer que le code est tout le temps disponible pour être déployé et testé.

Pour ce faire, à chaque nouvelle version de code, il est impératif d'effectuer des chaînes de validation rigoureuses permettant d'obtenir un retour rapide sur la qualité voire des corrections éventuelles à apporter.

## Déploiement continu



L'objectif du déploiement continu est de s'assurer que l'application complète peut être rapidement mise en production et ce de manière sécurisée.

Chaque changement doit être livré dans un environnement le plus proche possible de la production et il faut mettre en place des tests automatisés rigoureux afin de valider les applications métiers et les nouvelles fonctions.

Le déploiement continu permet de supprimer les tâches fastidieuses réalisées par les équipes d'exploitation et il permet de fiabiliser le processus de déploiement tout en augmentant la fréquence des livraisons pour validation auprès des utilisateurs.

### Infrastructure As Code

**Définition :** Déploiement d'infrastructure automatiquement en utilisant des scripts ou bien des modèles pré-définis.

**Concept :** L'Infrastructure as Code (IaC) est une démarche DevOps contribuant au Déploiement Continu (Continuous Delivery) qui désigne les processus et les outils rendant possible la gestion automatisée de l'infrastructure.

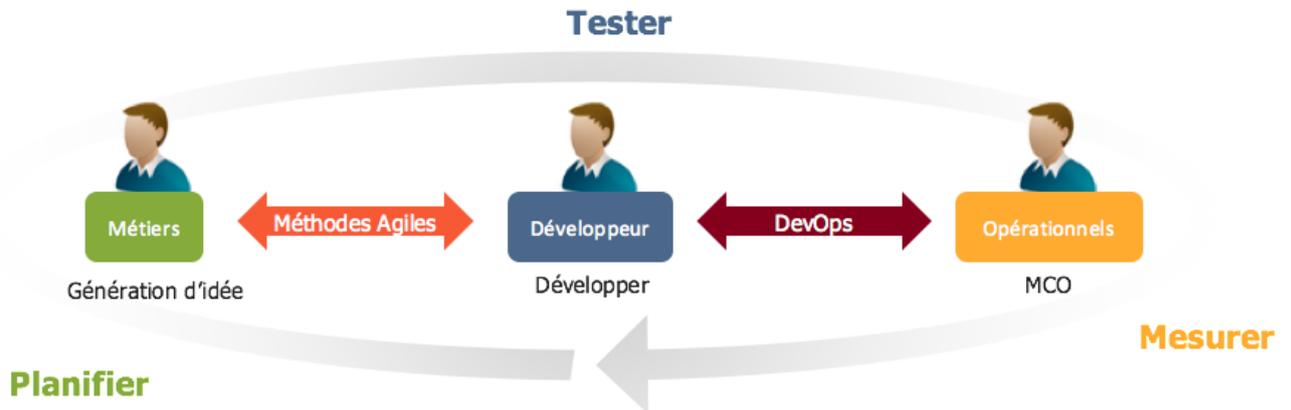
- IaC permet notamment de :
  - Automatiser le déploiement des environnements d'infrastructure virtualisée
  - Conserver un historique de tout changement de config (versioning de l'infrastructure, à l'instar du (et en lien avec le) versioning du code)
- Les bénéfices attendus pour le Métier et l'IT sont :
  - La fluidification des livraisons logicielles en accélérant la mise à dispo des environnements techniques et en fiabilisant le contenu des livraisons.
  - L'homogénéité du parc

Une évolution de la gouvernance et du processus de développement applicatif peut être envisagée.

## 2.4.3. DevOps et NetOps

### DevOps

L'organisation DevOps a pour objectif d'améliorer la qualité logicielle et permettre une gestion complète du cycle de vie logiciel en intégrant une culture de la collaboration entre les équipes de développement et opérationnelles



Techniquement le DevOps consiste en la simplification des interactions entre les couches applicatives et les infrastructures au travers l'utilisation d'API, d'outils de gestion de configuration, de déploiement automatique et en transformant la gestion du cycle de vie logiciel.

### Gains obtenus grâce au DevOps

Raccourcir les cycles d'évolutions	Améliorer la qualité	Réduire la charge d'exploitation
 Automatisation des tests	 Standardisation et systématisation des processus de mise en production	 Diminution de l'adhérence entre l'environnement et l'applicatif
 Automatisation des déploiements	 Capacité à échantillonner les mises en production	 Automatisation des tâches de bout en bout « by-design »
 Automatisation de l'audit de code	 Capacité à repérer, isoler et corriger les incidents	 Réduction des intermédiaires
 Capacité à accroître la taille des équipes de développeurs	 Capacité à mesurer l'impact de chaque évolution	 Standardisation des process d'exploitation

## NetOps

Le NetOps est le pendant du DevOps pour l'amélioration du service et du logiciel par la collaboration entre les équipes de développement des systèmes d'activation réseau et les équipes qui exploitent les équipements réseau correspondants (virtualisés ou non).

L'intérêt d'adopter une organisation NetOps réside dans l'élimination des tâches répétitives de configuration, limitant ainsi les erreurs humaines, et dans l'automatisation de déploiement automatique avec un retour immédiat pour les ingénieurs réseaux.

L'utilisation des outils créés pour les activités DevOps aux activités NetOps nécessite des évolutions. En effet l'automatisation du déploiement d'applications en DevOps ne prend pas en compte tous les aspects de solutions multi-vendeurs et multi-OS auxquels seront confrontés les ingénieurs réseaux.

L'empreinte du logiciel libre s'accroît d'autant plus chez les opérateurs que les communautés réseaux sont en train d'étendre et adapter les logiciels libres utilisés dans le DevOps à la configuration réseaux dans un cadre NetOps.

### 2.4.4. Ouverture sur le logiciel libre

L'utilisation de logiciel libre a été adoptée par défaut par les communautés qui ont permis les avancées technologiques (software et outils) pour la virtualisation de réseaux : convergence IT / Télécom et IT / Optique.

L'ouverture du logiciel libre et des équipements (WhiteBox) favorise l'innovation et permet de faire bénéficier des mises à jour de fonctionnalité au sein des communautés.

L'apprentissage du langage Open Source est soutenu en France par le biais de certains acteurs du monde Informatique et de la virtualisation des Réseaux (dont RedHat) via :

- Open Source School : <http://opensourceschool.fr/>
- Beaucoup de constructeurs et d'opérateurs sont membres de projets visant à créer des plateformes open source (OpenDaylight, OpenStack, OpenNFV).

### 3. Changements métiers à anticiper

#### 3.1. Introduction

Les changements métiers sont présentés selon trois axes :

- Le type de processus verticaux (conception/implémentation puis exploitation/qualité)
- L'axe d'amélioration du système (virtualisation, automatisation, digitalisation)
- Le type d'équipe impacté (système d'information, réseau ou support)

L'axe du type de public ciblé (grand public ou entreprise) n'apparaît pas explicitement mais il sera mentionné quand il joue sur le niveau d'impact.

Phase	Activité	Virtualisation	Automatisation	Digitalisation
Conception/ Implémentation	Ingénierie Logicielle	1	2	3
	Ingénierie Réseau			
	Support			
Exploitation/ Qualité	Ingénierie Logicielle	4	5	6
	Ingénierie Réseau			
	Support			

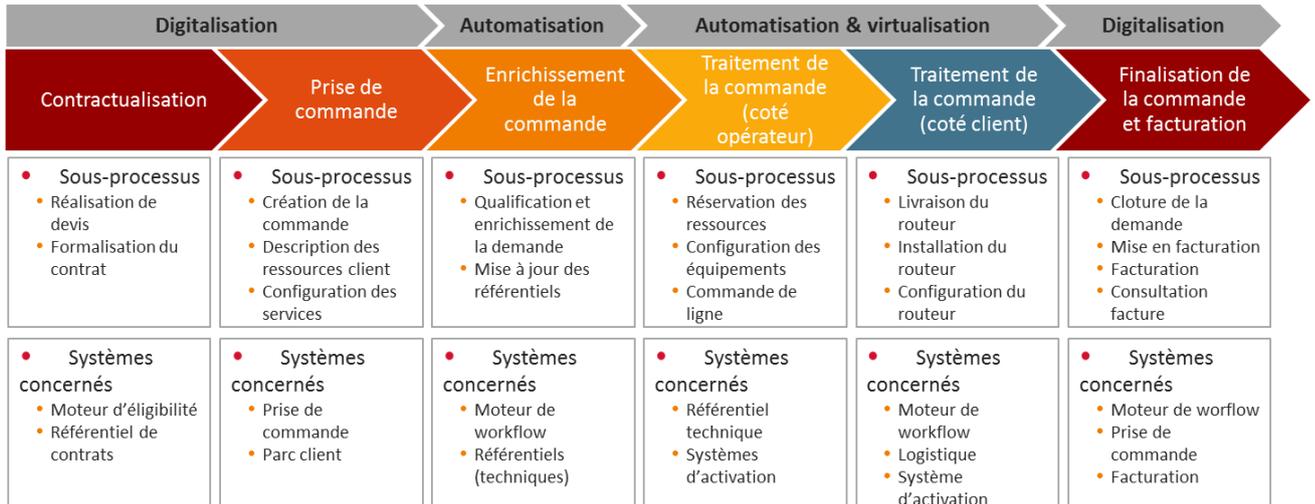
#### 3.2. Description des axes

Le tableau suivant présente la description de ces axes.

<b>Virtualisation</b> <b>Automatisation</b> <b>Digitalisation</b>	La virtualisation des réseaux est une opportunité qui permet aux opérateurs de revoir en profondeur leurs processus et outils pour améliorer leur efficacité et aller vers le « temps réel » L'automatisation concerne les processus back-office La digitalisation touche la relation client
<b>Conception / Implémentation</b> <b>Usage / Maitrise</b>	Conception/implémentation : phase de mise en œuvre des systèmes en amont de la prise des commandes Usage / maitrise : phase de prise de commande et processus de maitrise de la qualité de service postérieurs
<b>Ingénierie Logicielle</b> <b>Ingénierie Réseau</b> <b>Fonctions Support</b>	Conception des systèmes d'information qui gèrent les équipements réseau Conception des réseaux fixes et mobiles des opérateurs Fonctions support : achats, marketing, animation des communautés, support à la vente, à la prise de commande, à la gestion de la commande et à l'installation des équipements

### 3.3. Processus principaux

Le graphique ci-dessous décrit les principaux processus mis en œuvre dans la phase d'exploitation. Il permet de préciser l'objet des axes d'amélioration du système.



Ainsi lorsque l'on évoque par la suite, par exemple, les impacts de l'automatisation sur les fonctions support, les processus concernés sont ceux d'enrichissement et de traitement de la commande (coté opérateur et coté client).



### 3.4. Conception/implémentation

#### 3.4.1. Virtualisation

##### a. Ingénierie logicielle

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ré-urbanisation de l'activation de services (contrôleurs SDN)</li> <li>Accent sur la gestion complète du cycle de vie des services</li> <li>Mise en œuvre de protocoles standardisés</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Approche API</li> <li>Vision abstraite du réseau</li> <li>Coopération Agile avec Marketing, DevOps, NetOps</li> </ul>

	■ Mise en œuvre de composants Open Source, co-développement/contribution aux projets Open Source
Impact sur la population : <b>Faible</b>	Impact sur les compétences : <b>Moyen</b>

### Impacts

Possibilité de modifier en profondeur les SI en adhérence avec le réseau. Les contrôleurs SDN permettent de gérer l'intégralité des équipements avec un système unifié et une meilleure interaction avec les systèmes qui pilotent la relation client.

Il y a une « abstraction » de la gestion du réseau qui entraîne une forte charge d'urbanisation du SI.

La gestion complète du cycle de vie des services permet d'aller plus loin dans la gestion des configurations d'équipements réseaux et de fiabiliser les systèmes (plus-value du contrôleur SDN).

La simplification des protocoles mis en œuvre entre ce SI et les équipements réseaux font émerger des nouveaux standards qui engendrent eux-mêmes des modifications des systèmes.

### Compétences

Nouvelle approche en mode API : les interfaces sont décrites par des contrats qui utilisent une vision métier/intention pour favoriser la réutilisabilité – les ingénieurs logiciels doivent s'approprier une vision abstraite du réseau (voir le réseau comme un certain nombre de nœuds qui supportent des services avec un véritable effort de modélisation), avec une compréhension des services de VPN, de SD-WAN et potentiellement de langages de modélisation de données type YANG.

Pour arriver à tirer parti de cette agilité il faut être sur des cycles de développement courts, avec une meilleure coopération avec le marketing, les personnes qui opèrent ces systèmes en production (approche DevOps), les personnes qui opèrent les réseaux pilotés par ces systèmes. Pour cela, il faut renforcer les compétences en conception/spécification Agile et la capacité à prioriser des éléments de backlog produit hétérogènes (marketing, DevOps, NetOps).

Cette coopération est importante, elle implique également l'intégration et le co-développement de composants open-source, avec de l'animation de communautés de développeurs.

Exemple : ATT met en place une plateforme de co-développement, avec une logique d'ouverture. Le facteur clé est la rapidité avec laquelle il faut mettre en place de nouveaux services. En Europe, où les compétences techniques en développement seraient globalement moins valorisées qu'aux US, c'est peut-être moins facile.

### b. Ingénierie réseau

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nouveau matériel banalisé</li> <li>■ Découplage de l'infrastructure et des fonctions</li> <li>■ Nouveaux outils de gestion du réseau (contrôleurs SDN)</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Approche abstraite du réseau et activation orientée intention</li> <li>■ Collaboration NetOps en conception avec l'ingénierie logicielle</li> <li>■ Approvisionnement des infrastructures Cloud</li> </ul>
Impact sur la population : <b>Faible</b>	Impact sur les compétences : <b>Fort</b>

## Impacts

L'infrastructure et les fonctions vont être découplées.

Les ingénieries Réseaux vont devoir appréhender un nouveau matériel banalisé et connu du Cloud IT, elles vont devoir s'adapter au fait que les fonctions réseaux sont désormais servies par un composant logiciel dans des infrastructures Cloud, se servir de nouveaux outils issus du monde de l'ingénierie logicielle.

## Compétences

Les interactions sont plus abstraites avec le réseau, il y a plus de communication et de collaboration avec les ingénieries logicielles. Ceci nécessite de pouvoir expliquer les services réseau, expliciter les caractéristiques métiers des caractéristiques techniques, utiliser également des langages de modélisation de données ainsi que des protocoles génériques (Openflow, Netconf).

Il y a un nouveau mode d'approvisionnement des infrastructures à mettre en œuvre, similaire à celui du Cloud avec plus d'imprévisibilité sur les infrastructures à provisionner (il faut étudier les impacts des usages sur les infras a posteriori).

Le service rendu est le même mais les moyens sont différents, ils se rapprochent de l'IT.

On passe d'un matériel spécifique à un matériel générique, et donc les personnels développent une réflexion logicielle sur du matériel générique avec des problématiques de provisioning et de configuration différentes puisqu'on est dans le Cloud (gestion d'infrastructure IT, mobilité des fonctions par rapport à l'infrastructure).

Dans un modèle Cloud de fourniture de l'infrastructure Réseau on offre des API's et des moyens automatiques de configurer des ressources. Il y a alors un découplage entre les infrastructures et les consommateurs, la consommation se fait à l'usage et avec des applis conçues pour s'adapter automatiquement à de nouveaux consommateurs, le planning capacitaire demande des outils pour superviser l'usage.

Quantifier le rythme auquel ces technos seront adoptées reste difficile aujourd'hui.

### c. Fonctions support

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Ciblage de nouveaux segments de clients</li><li>■ Évolution plus rapide des offres</li><li>■ Offre cross-technologiques (fixe, mobile)</li><li>■ Services over-the-top</li></ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Rapprochement entre le marketing et l'architecture réseau (complexité et fréquence des mises à jour)</li><li>■ Sensibilité aux API</li></ul>
<b>Impact sur la population : Faible</b>	
<b>Impact sur les compétences : Moyen</b>	

## Impacts

La virtualisation permet de cibler de nouveaux segments de clients (en particulier des clients de plus petites tailles).

Aujourd’hui on peut introduire des nouveaux services plus rapidement, à chaque fois qu’une nouvelle fonction logicielle apparaît.

La virtualisation permet également d’offrir plus facilement des offres plus riches (avec de l’accès, des services, du mobile, du VPN, etc.).

La virtualisation permet également aux Opérateurs de se situer comme « Service Provider » au-dessus des couches d’accès (dans une logique OTT) ou d’attaquer les deux marchés de manière totalement découplée.

### *Compétences*

L’Opérateur renforce une position en tant qu’intégrateur global de fonctions très variées en provenance de fournisseurs différents.

Pour les populations marketing cela suppose de s’appropriier des offres qui évoluent de plus en plus vite (avec des notions d’architecture réseau).

## 3.4.2. Automatisation

### a. Ingénierie logicielle

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Implémentation des règles de gestion confiées à des intervenants</li> <li>■ Pilotage de l’infrastructure par les applications</li> <li>■ Industrialisation des activités de livraison (et montée en valeur)</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Connaissance métier pour la formalisation des règles</li> <li>■ API de gestion de l’infrastructure (en synchro. avec le réseau)</li> <li>■ Livraison continue (« Continuous delivery »)</li> </ul>
<b>Impact sur la population : Faible</b>	<b>Impact sur les compétences : Faible</b>

### *Impacts*

Automatisation des processus au niveau du traitement des ordres dans le système, de l’affectation des ressources, de la relation client...

Il faut proposer des règles de gestion là où on fait appel à des intervenants aujourd’hui, intégrer dans les applications la capacité à piloter des infrastructures en fonction de l’usage, industrialiser les opérations de livraison (au sens déploiements et tests) pour dégager du temps sur le développement et l’intégration des fonctions à forte valeur ajoutée.

### *Compétences*

Cela suppose de monter en compétence sur la connaissance du métier pour bien formaliser des règles (offres, processus, plan d’occupation des sols), d’apprendre les API de gestion des infrastructures (« Infrastructure As Code ») et de mettre en œuvre de nouveaux composants Open Source de livraison continue (« Continuous Delivery » incluant compilation, revue de code, analyse de code, gestion des exigences, déploiement, test automatiques, gestion des tests).

La capacité dégagée par la prise en charge des activités de livraison est compensée par l'accroissement du rythme d'introduction de nouvelles fonctionnalités dans les systèmes.

#### b. Ingénierie réseau

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Automatisation des tâches de configuration (templates, scripts)</li> <li>■ Nouveaux moyens de test et automatisation</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mise en œuvre des outils de gestion du réseau pour automatiser les activités</li> <li>■ Utilisation d'outils de livraison continue pour mettre en œuvre des déploiements et des tests automatisés</li> <li>■ Appropriation des outils de gestion de l'infrastructure Cloud</li> </ul>
Impact sur la population : <b>Faible</b>	
Impact sur les compétences : <b>Moyen</b>	

#### *Impacts*

Pour pouvoir profiter de cette virtualisation des réseaux il va falloir automatiser certaines tâches de configuration afin d'avoir le bon niveau d'agilité.

Utilisation d'outils de livraison continue pour mettre en œuvre des déploiements et des tests automatisés. On va pouvoir le faire avec beaucoup moins de moyens aussi (grâce à des infrastructures banalisées).

#### *Compétences*

Du côté réseau, il faudra aller chercher ces nouveaux outils de gestion du côté des ingénieries logicielles (idem déploiement, tests, gestion de tests ...). Avec donc une porosité entre les ingénieries logicielles et les ingénieries réseaux du fait de la mise en œuvre de ces outils d'automatisation dans le domaine du réseau et des organisations NetOps/Feature Team (ex : projet Libon chez Orange).

Pour les équipes réseaux dédiés à la gestion de ces nouvelles infrastructures banalisées il faudra s'approprier des outils liés à la gestion des infrastructures Cloud (avec des possibilités de faire des transferts de compétences de manière plus simple), IHM de supervision, outils de reporting issus du Cloud.

C'est l'automatisation qui apporte de la valeur à l'Opérateur car elle permet de mettre à disposition un catalogue de services en temps réel. Les bénéfices nécessitent aussi des déploiements à grande échelle pour atteindre un effet de seuil.

#### c. Fonctions support

RAS

### 3.4.3. Digitalisation

#### a. Ingénierie logicielle

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Plus d'investissement sur les portails de selfcare/selfservice</li> <li>■ Mise en œuvre d'API externes</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Développement d'API pour des tiers (simples à utiliser, documentées, à la bonne granularité)</li> <li>■ Sécurisation des API exposées aux tiers</li> <li>■ Outils de supervision des API</li> </ul>
Impact sur la population : <b>Faible</b>	
Impact sur les compétences : <b>Faible</b>	
Potentiellement : mouvement d'internalisation des compétences. À surveiller dans les mois à venir.	

### *Impacts*

La nouvelle offre est de faire du « à la demande / on Demand » et du « As a Service ». Pour cela, des investissements forts sont requis sur les portails de Self-Care et de Self-Services afin que les différents processus de la relation client soient supportés par des portails.

Nécessite également la mise en œuvre d'API externes. Cette mise en œuvre d'API externe s'accompagne de sujets de sécurité et d'anticipation des besoins des clients.

### *Compétences*

Pas de mouvement automatique de renforcement des équipes au niveau des portails : la volonté de développer ces pôles de développement dépend d'une stratégie d'entreprise très forte sur le recrutement de ces profils.

#### b. Ingénierie réseau

RAS

#### c. Fonctions support

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mise en œuvre d'API externes</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Faire croître l'usage des API exposées</li> <li>■ Fournir du support aux développeurs tiers (sur la base de l'existant et de l'usage constaté)</li> </ul>
Impact sur la population : <b>Faible</b>	
Impact sur les compétences : <b>Moyen</b>	

### *Impacts*

La mise à disposition d'API externe fait partie de la stratégie de l'opérateur, à la fois sur le plan du business model (exposition des services à des applications OTT) et de l'image. La mise à disposition d'API externes implique l'animation de communautés. Ces points ne sont pas structurant en terme d'organisation.

### Compétences

Les opérateurs participent à des forums (ex : TM Forum) pour exprimer leurs besoins, contribuer. Il y a un métier autour des API qui apparaît en termes de gestion de communautés (les compétences sont relationnelles et technologiques = maîtrise du périmètre et des cas d'usages). Il faut fournir du support aux développeurs tiers (sur la base de l'existant et de l'usage constaté).

## 3.5. Exploitation/qualité

### 3.5.1. Virtualisation

#### a. Ingénierie logicielle

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Plus d'implication sur l'exploitation</li><li>■ Exploitation facilitée par :<ul style="list-style-type: none"><li>○ Interfaces orientées intention</li><li>○ Optimisations DevOps/NetOps</li></ul></li></ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Analyse d'incidents</li><li>■ Suivi en tendance</li><li>■ Gestion des infrastructures Cloud</li></ul>
<b>Impact sur la population : Faible</b>	
<b>Impact sur les compétences : Moyen</b>	

### Impacts

L'impact sur les organisations est plus important avec un rapprochement entre ceux qui conçoivent les systèmes IT et ceux qui les exploitent et un rapprochement entre ceux qui conçoivent les systèmes IT et ceux qui les exploitent les équipements réseaux que ces systèmes configurent (DevOps / NetOps).

L'ingénierie logicielle est sensibilisée à ce qui permet l'exploitation des systèmes en production, en particulier l'intégration des fonctions pour aider au diagnostic et à la supervision des systèmes.

### Compétences

Nécessite d'être plus sensible aux analyses d'incidents, au suivi en tendances, d'être capable de comprendre les infrastructures Cloud et la manière dont les applications interagissent avec ces infrastructures.

Nécessite également de pouvoir dialoguer avec les acteurs exploitation des systèmes logiciels et du réseau.

#### b. Ingénierie réseau

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Nouveau matériel banalisé</li><li>■ Découplage de l'infrastructure et des fonctions</li><li>■ Nouveaux outils de gestion du réseau (NetOS)</li></ul>
<b>Compétences</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Gestion de systèmes plus complexes (Fonctions réseaux virtualisées et</li></ul>

<b>nécessaires</b>	non virtualisées, infrastructure découplée) <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Interactions avec l'ingénierie logicielle en exploitation NetOps</li> <li>■ Supervision de l'infrastructure Telco Cloud</li> </ul>
<b>Impact sur la population : Faible</b>	<b>Impact sur les compétences : Moyen</b>

### Impacts

À l'activation de service, le réseau virtualisé se caractérise par :

- La mise en œuvre de chaînes plus complexes incluant infrastructure virtualisée, fonctions réseaux virtualisées et non virtualisée
- L'analyse de la consommation des ressources pour déterminer si l'usage des ressources est nominal
- Des optimisations d'affectation des ressources à l'usage

Le suivi de l'infrastructure se fait en mode Cloud (moins d'adhérence entre l'application et l'infrastructure), de nouveaux systèmes de gestion de fonctions dédiés apparaissent (de manière à faire une bonne analyse dynamique des corrélations entre les effets sur les infrastructures et les fonctions). Cette infrastructure permet une meilleure résilience sur les défaillances matérielles.

### Compétences

L'ingénieur réseau continue à exploiter ses connaissances réseau mais sa compréhension doit s'inscrire au sein d'un cadre comprenant l'infrastructure banalisée issue du SI et l'application capable de le consommer à la demande.

### c. Fonctions support

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Box blanches auto-configurables, maintenables à distance</li> <li>■ Nouveau segment client</li> <li>■ Offres multi-technologiques et/ou over-the-top</li> <li>■ Fiabilisation des activations/configurations induisant une réduction de 50% des appels<sup>1</sup></li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Compréhension et vision bout-en-bout des solutions</li> <li>■ Vente des solutions multi-technologiques, virtualisées, et potentiellement over-the-top</li> </ul>
<b>Impact sur la population : Potentiellement Fort</b>	<b>Impact sur les compétences : Fort</b>
L'impact sur la population va dépendre de la stratégie de l'opérateur sur plusieurs points : le niveau effectif de déploiement de ces technologies, du segment de marché et de la stratégie de service mise en œuvre	

<sup>1</sup> : Chiffres équipementiers, à confirmer dans les années qui viennent

### Impacts

Les box sont administrées à distance.

Les boîtes blanches arrivent, elles permettent de supporter n'importe quelle fonction virtualisée. Donc aussi un découplage possible entre le fournisseur d'accès et le fournisseur de service (en mode OTT). Et la possibilité de personnaliser le service.

Il y a de nouveaux segments que l'on peut adresser et les offres deviennent plus riches avec éventuellement des problèmes plus compliqués à résoudre.

Des systèmes plus transverses, moins silotés, orientés intention et utilisant des protocoles standardisés entraînent à terme une meilleure fiabilité du système aux niveaux des problèmes de configuration ou de cycle de vie des services, donc moins d'appels, ainsi qu'une meilleure compréhension de l'usage des clients (dans une vue prospective).

### Compétence

Les équipes de ventes vont voir leur fonction évoluer vers des profils ayant une vision orientée service de l'offre, tout en ayant une compréhension des adhérences avec les équipements réseaux. Les équipes de vente des opérateurs télécom devront démarcher les clients pour leur offrir des packs de services SDN / NFV au travers des diverses technologies réseaux (fixe, mobile) avec une vision de bout-en-bout du management et de la responsabilité pour le service ou l'application vendue.

Le niveau d'investissement sur les capacités d'auto-configuration et d'auto-healing va déterminer les gains opérationnels sur ces activités.

## 3.5.2. Automatisation

### a. Ingénierie logicielle

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Accroissement du nombre de règles de gestion</li> <li>■ Système passant mais affectation avec des valeurs par défaut</li> <li>■ Opérations d'optimisation nécessaires a posteriori</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Maîtrise de la nouvelle complexité du système (règles)</li> <li>■ Capacité à remonter ces informations aux fonctions support</li> <li>■ Conseil sur les services à proposer et les paramétrages à mettre en œuvre</li> </ul>
<b>Impact sur la population : Faible</b>	<b>Impact sur les compétences : Faible</b>

### Impacts

L'automatisation des processus nécessite pour l'ingénierie de gérer des systèmes qui comportent plus de règles de gestion pour traiter les cas qui étaient délégués à des opérateurs. Le système est plus complexe, il suppose pour les ingénieries plus d'interactions avec les exploitants, la capacité à être force de proposition en termes de services.

L'automatisation ne doit pas pour autant générer de la frustration chez les clients. L'analyse du comportement du système guide la mise en œuvre d'actions auprès du client consistant à :

- expliquer le fonctionnement du système

- le conseiller sur les paramétrages qui sont à sa main et les services complémentaires pour répondre au mieux à ses besoins.

### Compétences

L'ingénieur en système d'information doit s'approprier les nouvelles règles de gestion et expliquer le traitement des ordres par le système. Le nombre de règles de gestion s'accroît mais elles gagnent en cohérence et les interfaces rationalisées sont plus facilement exploitables (c'est le bénéfice des investissements consentis).

#### b. Ingénierie réseau

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ L'infrastructure est pilotée par les applications</li> <li>■ L'infrastructure est également pilotée par des systèmes d'analyse de l'usage (réseaux auto-optimisés)</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Connaissance des applications, capacité à identifier un comportement nominal</li> <li>■ Maîtrise de la supervision (et interventions sur) des ressources et des fonctions par les nouveaux composants logiciels</li> <li>■ Mise en œuvre de logiciels d'analyse et d'apprentissage</li> </ul>
Impact sur la population : <b>Faible</b>	
Impact sur les compétences : <b>Moyen</b>	

### Impacts

L'infrastructure est pilotée par les applications, l'infrastructure est également pilotée par des systèmes d'analyse de l'usage (réseaux auto-optimisés) ce qui permet de déclencher à posteriori des commandes clients des modifications de la topologie du réseau pour maximiser le service, réaffecter de la capacité, des ressources.

Les applications de prise de commande et de supervision des usages doivent être maîtrisées afin d'identifier si le comportement automatisé est nominal (normal par rapport aux règles implémentées).

Une application commande ses propres ressources, il faut donc surveiller les usages (dans la partie logicielle et la partie réseau). La notion de ressource utilisée doit être comprise par tout le monde (en particulier les ingénieurs Réseaux qui se rapprochent du Business).

Des briques analytiques doivent permettre d'être en anticipation par rapport à ce genre de problème. Le déploiement de ces systèmes est réalisé par des ingénieurs logiciels spécialisés. L'ingénierie réseau est en charge de formaliser les politiques d'affectation des ressources (à l'aide de ces ingénieurs spécialisés) et de superviser les résultats pour valider ces politiques ou les faire évoluer.

### Compétences

Pour les populations concernées par l'exploitation de réseaux de plus en plus automatisés, de nouvelles compétences élargies à « l'infrastructure as code » et une supervision bout en bout des applications sur un socle plus complexe.

Les équipes réseaux doivent également développer de nouvelles compétences sur l'usage des briques analytiques déployées, sur leur supervision et sur la conception et l'analyse de l'adéquation de ces politiques avec les services et les usages.

Par contre, les activités correspondant au déploiement des briques analytiques ne concernent qu'un faible volume d'acteurs y compris pour le support à l'ingénierie réseau pour la formalisation des règles.

### c. Fonctions support

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Automatisation du traitement des commandes</li> <li>■ Toutes les affectations par défaut doivent néanmoins être suivies et explicitées au client</li> <li>■ Évolution du capacity planning, paiement à la consommation</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Connaissance des nouvelles règles de gestion</li> <li>■ Capacité accrue à dialoguer avec l'ingénierie logicielle</li> <li>■ Vente des services complémentaires aux services affectés par défaut par le système en fonction des ressources disponibles</li> </ul>
Impact sur la population : <b>Potentiellement Fort</b> Impact sur les compétences : <b>Moyen</b>	
L'impact sur la population va dépendre de la stratégie de l'opérateur sur plusieurs points : le niveau effectif de d'optimisation du système, des offres et de la stratégie de service (positionnement premium/conseil) mise en œuvre	

#### *Impacts*

##### Traitement des commandes

L'automatisation se traduit par une réduction drastique des intervenants nécessaires pour traiter les commandes (cf 3.3 Processus principaux).

Toutes les affectations de services et de ressources par défaut doivent néanmoins être suivies et explicitées au client. Il est possible pour l'opérateur de maintenir les équipes pour un support « premium », du service management et une forte valeur ajoutée en terme de conseil

##### Achats

La consommation "on demand" des ressources cloud nécessitent une nouvelle façon de traiter les dépenses d'infrastructure. Le planning des ressources évolue avec une infra qui offre des services Cloud et une consommation des services en mode Cloud.

#### *Compétences*

L'automatisation des commandes en temps réel enlève aux intervenants la gestion de cette chaîne, mais elle implique une bonne connaissance du système et la capacité d'expliquer au client les règles de gestion associées à son offre et à ses ressources.

Les populations occupées par la gestion de commande sont impactées. Dans un mode traitement automatisé et un service en mode best effort on peut avoir un nombre très restreint d'intervenants. On peut également mettre des personnels sur du traitement à posteriori des commandes (dans une dynamique de conseil et sur des segments de marché particuliers).

### 3.5.3. Digitalisation

#### a. Ingénierie logicielle

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Moins de prédictibilité des ordres avec l'utilisation des portails et des API self-usage</li> <li>■ API (et portails) à gérer en fonction des usages constatés (ex : évolution du grain des services)</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Analyse des journaux d'activités des API et portails</li> <li>■ Optimisation des API et portails en fonctions des usages</li> </ul>
Impact sur la population : <b>Faible</b>	
Impact sur les compétences : <b>Faible</b>	

#### *Impacts*

La digitalisation des interfaces entraîne moins de prédictibilité des ordres avec l'utilisation des portails et des API self-usage et il faut en analyser l'usage. L'analyse des services et la supervision des usages devient critique (analyse des journaux d'activités des API et portails, optimisation des API et portails en fonctions des usages) pour offrir des API adaptées aux besoins et performantes. L'analyse de l'expérience utilisateur finale est à la fois déterminante et complexe.

#### *Compétences*

Pour autant l'impact sur les opérations est faible en termes de compétences. Pour l'ingénierie logicielle, il s'agit de sujets dans le prolongement des compétences acquises (incluant analytics et « big data »).

#### b. Ingénierie réseau

- RAS

#### c. Fonctions support

<b>Principaux impacts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Suppression des prises de commandes directes par des intervenants (jusqu'à la vente des services par un tiers, ex OTT)</li> <li>■ Prise en main en mode multi-canal</li> <li>■ Support à l'utilisation des portails et API</li> </ul>
<b>Compétences nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Connaissance des capacités multi-canal des portails</li> <li>■ Compréhension des portails et des API</li> </ul>
Impact sur la population : <b>Potentiellement Fort</b>	
Impact sur les compétences : <b>Faible</b>	
L'impact sur la population va dépendre de la stratégie de l'opérateur sur plusieurs points : la couverture des fonctions par les portails et API, des segments de marché et de la stratégie de service (accompagnement client) mise en œuvre	

### *Impact*

Suppression des prises de commandes directes par des intervenants mais possibilité laissée à la relation client d'assister le client durant sa prise de commande (conseil et assistance à la prise de commande).

### *Compétences*

L'impact sur la population dépend du niveau de couverture des processus par les portails et API, de la stratégie de service par segments de marché (volonté ou pas d'évoluer vers du service premium).

La prise en main en mode multicanal va devenir une réalité (reprenre des paniers, redonner la main, s'approprier de nouveaux outils).

## **3.6. Autres évolutions**

### 3.6.1. La gestion de l'infrastructure

La mise en œuvre d'une infrastructure Cloud (privé) au sein de l'entreprise découple le fonctionnel de l'infrastructure :

- Les équipes projets ne gèrent plus le capacity planning mais conçoivent des applications qui peuvent se mettre à l'échelle de la demande (en plus ou en moins). L'application doit être conçue pour qu'une augmentation des ressources correspondent à une augmentation des revenus et soit un signe positif sur l'attrait de l'offre
- Les nouvelles équipes en charge de l'infrastructure (fournisseur) provisionnent les ressources en fonction de l'usage constaté et des projections. La surcapacité (préprovisionnement) est possible, à la fois parce que les ressources sont moins chères et génériques, ce qui permet, dans une certaine mesure, de lisser certains pics de charges liés à une partie des offres ou des usages.

L'infrastructure hébergeant les fonctions réseau est actuellement encore spécifique par rapport à celle supportant les systèmes d'information mais la cible partagée est celle d'une convergence. Les acteurs évoquent une cible à 5 ans. Cette convergence permettra la gestion d'un socle commun et le regroupement des équipes d'infrastructure pour les systèmes d'information et le réseau.

### 3.6.2. La valorisation du logiciel (softwarisation)

La virtualisation, l'automatisation et la digitalisation permettent d'offrir des services self-service, en temps réel, pratiquement complètement automatisés.

La mise en œuvre de ces optimisations s'accompagne chez certains opérateurs télécom et dans certains autres domaines (transport, énergie), d'une valorisation importante du logiciel, comme vecteur d'innovation (rapidité) et de compétitivité.

Cette valorisation met en avant les développeurs au sein de la stratégie de l'entreprise et s'accompagne d'une politique de recrutement importante.

L'exemple d'AT&T (eCOMP démontre la valorisation d'un récent Business Model : la plateforme. La valeur se crée autour de services mis à disposition sous forme d'API (nécessitant des méthodes issues du développement logiciel) favorisant l'innovation. Pour que cette plateforme puisse être utilisée par un maximum d'utilisateurs, il est nécessaire d'intégrer ou de développer une communauté. Les initiatives OpenSource et OpenHardware sont des moyens précieux pour favoriser la co-création. Le Business Model Plateforme ouverte a été initialement créé par les géants du Web (GAFA) et a été repris par des acteurs de l'industrie tels que Schneider et General Electrics).

### 3.7. Conclusion intermédiaire

Phase	Activité	Virtualisation	Automatisation	Digitalisation
Conception/ Implémentation	Ingénierie Logicielle	L'impact porte principalement sur les compétences pour toutes les activités		
	Ingénierie Réseau			
	Support			
Exploitation/ Qualité	Ingénierie Logicielle	Également des impacts sur les compétences		
	Ingénierie Réseau			
	Support	Selon la stratégie de l'opérateur, l'impact sur les effectifs des fonctions support peut être important		

La rupture technologique dont fait l'objet ce document correspond à un investissement sur plusieurs axes nécessitant une appropriation de technologies.

La contrepartie espérée de cet investissement est une réduction significative du coût des opérations correspondantes.

## 4. Approfondissement des impacts métiers et compétences

---

### Objectifs de cette phase :

- Affiner le recensement des métiers des télécommunications impactés (au sens observatoire) et identifier changements en cours (périmètres, activités)
- Construire une analyse des impacts compétences par métiers impactés (compétences en mutation ou émergentes)
- Dégager les principaux enjeux en termes de formation.

### 4.1. Résultats de l'étude en termes de métiers impactés

#### 4.1.1. Les constats apportés par le pré-rapport

a. En phase de Conception/implémentation pour les métiers de l'ingénierie Logicielle :

- Une nouvelle approche en mode API : les interfaces sont décrites par des contrats qui utilisent une vision métier/intention pour favoriser la réutilisabilité – **les ingénieurs logiciels doivent s'approprier une vision abstraite du réseau** (voir le réseau comme un certain nombre de nœuds qui supportent des services avec un véritable effort de modélisation), avec une compréhension des services de VPN, de SD-WAN et potentiellement de langages de modélisation de données type YANG.
- Pour arriver à tirer parti de cette agilité il faut être sur des cycles de développement courts, avec une **meilleure coopération** avec le marketing, les personnes qui opèrent ces systèmes en production (approche DevOps), les personnes qui opèrent les réseaux pilotés par ces systèmes. Pour cela, **il faut renforcer les compétences en conception/spécification Agile** et la capacité à prioriser des éléments de backlog produit hétérogènes (marketing, DevOps, NetOps).
- Cette coopération est importante, elle implique également l'intégration et le **co-développement de composants open-source, avec de l'animation de communautés de développeurs.**
- Il y a une automatisation des processus au niveau du traitement des ordres dans le système, de l'affectation des ressources, de la relation client... Cela suppose de monter en compétence sur la connaissance du métier pour bien formaliser des règles (offres, processus, plan d'occupation des sols), d'**apprendre les API de gestion des infrastructures (« Infrastructure As Code »)** et de **mettre en œuvre de nouveaux composants Open Source de livraison continue (« Continuous Delivery »** incluant compilation, revue de code, analyse de code, gestion des exigences, déploiement, test automatiques, gestion des tests).
- La nouvelle offre est de faire du « à la demande / on Demand » et du « As a Service ». Cela nécessite la mise en œuvre d'**APIs externes.**

b. En phase de Conception/implémentation pour les métiers d'ingénierie Réseaux :

- **L'infrastructure et les fonctions vont être découplées** (Nouveau matériel banalisé / Découplage de l'infrastructure et des fonctions / Nouveaux outils de gestion du réseau - contrôleurs SDN)
- Les ingénieries Réseaux vont devoir **appréhender un nouveau matériel banalisé et connu du Cloud IT**, elles vont devoir s'adapter au fait que les fonctions réseaux sont désormais servies par un composant logiciel dans des infrastructures Cloud, se servir de nouveaux outils issus du monde de l'ingénierie logicielle. **Les personnels développent une réflexion logicielle sur du matériel générique** avec des problématiques de provisioning et de configuration différentes puisqu'on est dans le Cloud (gestion d'infrastructure IT, mobilité des fonctions par rapport à l'infrastructure). Pour les équipes réseaux dédiés à la gestion de ces nouvelles infrastructures banalisées il faudra s'approprier des **outils liés à la gestion des infrastructures Cloud**.
- Il y a une nouvelle approche abstraite du réseau et de nouvelles modalités de collaboration « NetOps » avec l'ingénierie logicielle en phase de conception.
- Pour pouvoir profiter de cette virtualisation des réseaux il va falloir automatiser certaines tâches de configuration afin d'avoir le bon niveau d'**agilité**. Cela requière l'**utilisation d'outils de livraison continue** pour mettre en œuvre des déploiements et des tests automatisés. Il faudra aller chercher ces nouveaux outils de gestion du côté des ingénieries logicielles (idem déploiement, tests, gestion de tests ...). Avec donc une **porosité entre les ingénieries logicielles et les ingénieries réseaux du fait de la mise en œuvre de ces outils d'automatisation** dans le domaine du réseau et des organisations « NetOps / Feature Team ».

c. En phase de Conception/implémentation pour les métiers d'ingénierie Support :

- La virtualisation permet de **cibler de nouveaux segments de clients** (en particulier des clients de plus petites tailles) et permet d'introduire des nouveaux services plus rapidement, à chaque fois qu'une nouvelle fonction logicielle apparaît.
- La virtualisation permet également d'offrir plus facilement **des offres plus riches** (avec de l'accès, des services, du mobile, du VPN, etc.) et aux Opérateurs de se situer comme « **Service Provider** » au-dessus des couches d'accès (dans une logique OTT) ou d'attaquer les deux marchés de manière totalement découplée.
- Pour les populations marketing cela suppose de **s'approprier des offres qui évoluent de plus en plus vite** (avec des notions d'architecture réseau).
- La mise à disposition d'API externe fait partie de la stratégie de l'opérateur, à la fois sur le plan du business model (exposition des services à des applications OTT) et de l'image. **La mise à disposition d'APIs externes implique l'animation de communautés.**
- Il y a un métier autour des APIs qui apparaît en termes de gestion de communautés (**les compétences sont relationnelles et technologiques**, elles impliquent la maîtrise du périmètre et des cas d'usages). Il faut fournir du support aux développeurs tiers (sur la base de l'existant et de l'usage constaté).

d. En phase d'Exploitation/qualité pour les métiers de l'ingénierie Logicielle :

- L'impact sur les organisations est plus important avec un **rapprochement entre ceux qui conçoivent les systèmes IT et ceux qui les exploitent** et un rapprochement entre ceux qui conçoivent les systèmes IT et ceux qui les exploitent les équipements réseaux que ces systèmes configurent (DevOps / NetOps).
- L'ingénierie logicielle est sensibilisée à ce qui permet l'exploitation des systèmes en production, en particulier l'intégration des fonctions pour aider au diagnostic et à la supervision des systèmes. Cela nécessite d'être plus sensible aux analyses d'incidents, au suivi en tendances, d'être capable de **comprendre les infrastructures Cloud** et la manière dont les applications interagissent avec ces infrastructures, de pouvoir **dialoguer avec les acteurs exploitation** des systèmes logiciels et du réseau.
- L'automatisation des processus nécessite pour l'ingénierie de gérer des systèmes qui comportent plus de **règles de gestion** pour traiter les cas qui étaient délégués à des opérateurs. Le système est plus complexe, il suppose pour les ingénieries plus d'interactions avec les exploitants, la capacité à être force de proposition en termes de services. L'ingénieur en système d'information doit s'approprier les nouvelles règles de gestion et expliquer le traitement des ordres par le système. Le nombre de règles de gestion s'accroît mais elles gagnent en cohérence et les interfaces rationalisées sont plus facilement exploitables.
- La digitalisation des interfaces entraîne moins de prédictibilité des ordres avec l'utilisation des portails et des API self-usage et il faut en analyser l'usage. **L'analyse des services et la supervision des usages devient critique** (analyse des journaux d'activités des APIs et portails, optimisation des APIs et portails en fonctions des usages) pour offrir des APIs adaptées aux besoins et performantes. L'analyse de l'expérience utilisateur finale est à la fois déterminante et complexe. Pour l'ingénierie logicielle, il s'agit de sujets dans le prolongement des compétences acquises (incluant analytics et « big data »).

e. En phase d'Exploitation/qualité pour les métiers d'ingénierie Réseaux :

- Le suivi de l'infrastructure se fait en mode Cloud. Cette infrastructure permet une meilleure résilience sur les défaillances matérielles. L'ingénieur réseau continue à exploiter ses connaissances réseau mais **sa compréhension doit s'inscrire au sein d'un cadre comprenant l'infrastructure banalisée issue du SI et l'application capable de le consommer à la demande.**
- **L'infrastructure est pilotée par les applications, l'infrastructure est également pilotée par des systèmes d'analyse de l'usage** (réseaux auto-optimisés). Une application commande ses propres ressources, il faut donc surveiller les usages (dans la partie logicielle et la partie réseau). La notion de ressource utilisée doit être comprise par tout le monde (en particulier les ingénieurs Réseaux qui se rapprochent du Business). Des briques analytiques doivent permettre d'être en anticipation par rapport à ce genre de problème. L'ingénierie réseau est en charge de formaliser les politiques d'affectation des ressources (à l'aide de ces ingénieurs spécialisés) et de superviser les résultats pour valider ces politiques ou les faire évoluer.
- Pour les populations concernées par l'exploitation de réseaux de plus en plus automatisés, de **nouvelles compétences élargies à « l'infrastructure as code »** et une supervision bout en bout des applications sur un socle plus complexe sont nécessaires. Les équipes réseaux doivent également développer de nouvelles compétences sur l'usage des briques analytiques déployées, sur leur supervision. L'analyse de l'adéquation de ces politiques avec les services et les usages devient critique.

f. En phase d'Exploitation/qualité pour les métiers d'ingénierie Support :

- Des systèmes plus transverses, moins « silotés », orientés intention et utilisant des protocoles standardisés entraînent à terme **une meilleure fiabilité du système aux niveaux des problèmes de configuration ou de cycle de vie des services**, donc moins d'appels, ainsi qu'une meilleure compréhension de l'usage des clients (dans une vue prospective). Le niveau d'investissement sur les capacités d'auto-configuration et d'auto-healing va déterminer les gains opérationnels sur ces activités.
- **Les équipes de ventes vont voir leur fonction évoluer vers des profils ayant une vision orientée service de l'offre, tout en ayant une compréhension des adhérences avec les équipements réseaux.** Les équipes de vente des opérateurs télécom devront démarcher les clients pour leur offrir des packs de services SDN / NFV au travers des diverses technologies réseaux (fixe, mobile) avec une vision de bout-en-bout du management et de la responsabilité pour le service ou l'application vendue.
- L'automatisation des commandes en temps réel enlève aux intervenants la gestion de cette chaîne, mais elle implique une bonne connaissance du système et la capacité d'expliquer au client les règles de gestion associées à son offre et à ses ressources. **Dans un mode traitement automatisé et un service en mode « best effort » on peut avoir un nombre très restreint d'intervenants.** On peut également mettre des personnels sur du traitement à posteriori des commandes (dans une dynamique de conseil et sur des segments de marché particuliers).
- Il y a une suppression des prises de commandes directes par des intervenants mais la possibilité est laissée à la relation client d'assister le client durant sa prise de commande (conseil et assistance à la prise de commande). **L'impact sur la population dépend du niveau de couverture des processus par les portails et APIs, de la stratégie de service par segments de marché** (volonté ou pas d'évoluer vers du service premium).
- La **prise en main en mode multicanal** va devenir une réalité (reprenre des paniers, redonner la main, s'approprier de nouveaux outils).

#### 4.1.2. Les principaux enjeux en termes d'évolution des métiers

a. En phase de Conception/implémentation

##### **Pour les ingénieries logicielles :**

- **S'approprier une vision abstraite du réseau. [ABSTRACTION]**
- **Renforcer les compétences en conception/spécification Agile** et la capacité à prioriser des éléments de backlog produit hétérogènes (marketing, DevOps, NetOps). **[AGILITE] / [CODAGE]**
- **Animer des communautés de développeurs** pour le co-développement de composants open-source. **[ANIMATION]**
- **Apprendre les APIs de gestion des infrastructures** (« Infrastructure As Code ») et **mettre en œuvre de nouveaux composants Open Source de livraison continue** (« Continuous Delivery »). **[AUTOMATISATION]**

##### **Pour les ingénieries réseaux :**

- S'approprier des **outils liés à la gestion des infrastructures Cloud. [CLOUD]**
- Développer une **nouvelle approche abstraite du réseau** et de **nouvelles modalités de collaboration « NetOps »** avec l'ingénierie logicielle. **[ABSTRACTION] / [AGILITE]**
- **Mettre en œuvre des outils d'automatisation** (de livraison continue) similaires à ceux des ingénieries logicielles. **[AUTOMATISATION] / [OUTILS LOGICIELS]**

- **Concevoir et / ou intégrer et mettre en œuvre les outils d'orchestrations du réseau** [ORCHESTRATION]

#### **Pour les fonctions support :**

- **Cibler de nouveaux segments de clients.** [MARKETING]
- Il y a un métier autour des API qui apparaît en termes de gestion de communautés. [ANIMATION]

b. En phase d'Exploitation/qualité

#### **Pour les ingénieries logicielles :**

- **Comprendre les infrastructures Cloud** et la manière dont les applications interagissent avec ces infrastructures. [CLOUD] / [OUTILS LOGICIELS]
- **Dialoguer avec les acteurs exploitation** des systèmes logiciels et du réseau. [AGILITE]
- Gérer des systèmes qui comportent plus de **règles de gestion.** [ABSTRACTION]
- **Pousser l'analyse des services et la supervision des usages.** [ANALYTICS]

#### **Pour les ingénieries réseaux :**

- Les connaissances de L'ingénieur réseau doivent s'inscrire au sein **d'un cadre comprenant l'infrastructure banalisée issue du SI et l'application capable de le consommer à la demande.** [CLOUD] / [OUTILS LOGICIELS]
- Pour les populations concernées par l'exploitation de réseaux de plus en plus automatisés, de **nouvelles compétences élargies à « l'infrastructure as a code »** [AUTOMATISATION]
- Une supervision bout en bout des applications sur un socle plus complexe est nécessaire. [SUPERVISION] / [ANALYTICS]

#### **Pour les fonctions support :**

- **Les équipes de ventes vont voir leur fonction évoluer vers des profils ayant une vision orientée service.** [VENTE]
- **Dans un mode traitement automatisé et un service en mode best effort** on peut également mettre des personnels sur du traitement à posteriori des commandes. [CONSEIL]
- La **prise en main en mode multicanal** va devenir une réalité [MULTICANAL]

## **4.2. Premiers résultats en termes de compétences**

### 4.2.1. Rapprochement des métiers du marketing et de l'implémentation technique

**Une des modalités c'est la méthode agile qu'il faut adapter**, du fait d'un travail plus en plus en mode itératif (tests, essais, développement de nouveaux services en mode incrémental, évolution de nouveaux composants, de micro fonctionnalités tous les jours, etc). On peut imaginer l'extension de ces modalités pour les portails de services réseaux. De ce fait, le nouveau mode incrémental pour le marketing devient fondamental. On parlera ici d'analogie avec le Lego (ou mode modulaire incrémental).

Avec cette promesse d'agilité on peut envisager de mettre en production des choses que l'on veut tester, directement dans les mains de clients, regarder ce qu'il passe et les faire évoluer. Avec des boucles de rétroactions plus courtes. Cela suppose pour les équipes marketing de travailler sur des

descriptions de services qui s'appuient sur certains modèles et des langages d'abstraction communs à un certain nombre d'outils comme UML.

Etape	Métiers impactés	Compétences
<b>Marketing Produit</b>	Métiers MARKETING de l'OFFRE et des SERVICES (sur le versant entreprise)	<b>Compétence [MARKETING] :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Création de services en mode agile et rédaction de « User Stories »</b> (aller au-delà de l'expression de besoin / travailler de manière très rapprochée avec les personnes qui conçoivent les services aux niveaux Réseaux et IT / se positionner du côté de l'utilisateur / capturer les informations nécessaires aux inputs de stories / rédiger des stories, prioriser les stories, les remettre à jour / rédiger des « groomings fonctionnels »)</li> <li>• <b>Utiliser la méthode agile et les outils associés de gestion de projet</b> (comme Jira...)</li> </ul>
<b>Ventes</b>	Métiers COMMERCIAL ENTREPRISE) et Métiers INGENIERIE COMMERCIALE ENTREPRISE	<b>Compétence [VENTE] :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Maîtriser les nouveaux fondamentaux de la vente de Services en mode interfaces logicielles</b> (passer de la fourniture de services par des portails vers de la vente d'APIs / collaborer plus étroitement avec les équipes de codeurs-développeurs).</li> <li>• <b>Intégrer les nouveaux Business Models des APIs.</b></li> <li>• <b>Coacher le client pour la prise en main des interfaces digitales</b> (et développer une approche conseil dans le mode de traitement des commandes à postériori – enjeu RC)</li> </ul>

#### 4.2.2. De nouvelles compétences IT pour les métiers de l'ingénierie Réseaux

**De nouvelles compétences Cloud pour les métiers de l'ingénierie Réseaux :** Openstack est la cible et de plus en plus d'ingénieurs Réseaux sont amenés à utiliser Openstack. Certains ingénieurs peuvent même être amenés à contribuer directement au code Openstack (en effet au départ Openstack ne prends pas en compte les contraintes côté Réseaux d'où la nécessité de certains aménagements).

**De nouveaux besoins en termes de développement d'expertise d'intégration de software autour de la notion de « VNF Onboarding » :** installation des applis sur les machines, débogage. Il s'agit de comprendre comment les applications réseaux tournent sur les serveurs, comment elles communiquent avec l'extérieur et entre leurs différents modules, qu'est-ce qu'elles utilisent comme ressources CPU et mémoire, etc. Cela demande de développer une maîtrise du fonctionnement des logiciels (et en particulier tout ce qui relève de l'utilisation des ressources de calcul, stockage, réseaux). C'est nouveau dans un univers télécommunications car avant les ingénieries s'arrêtaient à la

configuration métier et au monitoring, rien d'autre... le reste étant sous la responsabilité directe des fournisseurs. En termes de compétences cela signifie comprendre le logiciel et le mode de consommation des ressources.

Etape	Métiers impactés	Compétences
<b>Architecture et ingénierie Réseaux</b>  <b>Déploiement</b>	Métiers ARCHITECTURE et CONCEPTION de RESEAUX / Métiers INGENIERIE et QUALIFICATION de RESEAUX / Métiers PROJETS RESEAUX	<b>Compétence [AGILITE] :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Développer de nouvelles modalités de collaboration « NetOps » avec l'ingénierie logicielle et le marketing</b> (acquérir les fondamentaux des méthodes agiles appliquées aux réseaux).</li> </ul> <b>Compétence [CLOUD] :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Déployer les infrastructures Cloud</b> (acquérir les connaissances sur et savoir utiliser opérationnellement les outils de déploiement des infrastructures Cloud comme Openstack...).</li> </ul> <b>Compétence [AUTOMATISATION] / [OUTILS LOGICIELS]:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Héberger et tester les services réseaux virtualisés sur une infrastructure</b> (« VNF Onboarding »).</li> <li>• <b>Mettre en œuvre des outils logiciels d'automatisation</b>, de livraison et d'intégration continue.</li> <li>• <b>Maîtriser des langages de programmation et de scripting</b> comme Python et Java.</li> <li>• <b>Maîtriser les modes de gestion « infrastructure as a code »</b> et les APIs de gestion des infrastructures, comprendre les architectures REST...</li> </ul> <b>Compétence [ORCHESTRATION] :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mettre en œuvre / intégrer des outils d'orchestration</b> (comme ECOMP ou Blue Planet)</li> <li>• <b>Maîtriser les différentes couches du management automatisé des réseaux</b> (orchestration des VMs, contrôleurs réseaux, monitoring des applications, bases de données).</li> </ul>

#### 4.2.3. De nouvelles compétences Open Source pour les métiers de l'Ingénierie Logicielles et un rapprochement avec les métiers de l'Ingénierie Réseaux

**On passe d'un monde où on s'appuie sur du standard à un monde où on a des communautés qui développent de l'Open Source qui ensuite devient un standard.**

**Evolution importante : les ingénieries Réseaux et Logicielles travaillent main dans la main sur un socle de compétences de plus en plus commun !** Dès lors comment faire la différence ? Au niveau du développement du code : les ingénieries logicielles ont comme mission principale le développement de code alors que l'ingénierie Réseaux le fait à la marge pour quelques adaptations. Sur le terrain il y a de plus en plus d'équipes mixtes.

Etape	Métiers impactés	Compétences
<b>Architecture et ingénierie Réseaux</b>	Métiers ARCHITECTURE et CONCEPTION de SI et SERVICES / Métiers INGENIERIE de SI et SERVICES / Métiers DEVELOPPEMENT et INTEGRATION de SI et SERVICES	<p><b>Compétence [AGILITE] :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Développer de nouvelles modalités de collaboration « DevOps » avec l'ingénierie réseaux et le marketing</b> (acquérir les fondamentaux des méthodes agiles appliquées aux services / de la conception et spécification agile).</li> </ul> <p><b>Compétence [CODAGE] et [ANIMATION] :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Développer</b> de nouveaux services, de nouvelles interfaces APIs / concevoir une plateforme d'orchestration...</li> <li>• <b>Animer des communautés de développeurs Open Source.</b></li> </ul> <p><b>Compétence [ABSTRACTION] :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>S'approprier une vision abstraite du réseau.</b></li> </ul> <p><b>Compétence [CLOUD] :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Déployer les infrastructures Cloud</b> (acquérir les connaissances sur et savoir utiliser opérationnellement les outils de déploiement des infrastructures Cloud comme Openstack...).</li> </ul> <p><b>Compétence [AUTOMATISATION] / [OUTILS LOGICIELS]:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mettre en œuvre des outils logiciels d'automatisation</b>, de livraison et d'intégration continue.</li> <li>• <b>Maîtriser des langages de programmation et de scripting</b> comme Python et Java</li> <li>• <b>Maîtriser les modes de gestion « infrastructure as a code »</b> et les APIs de gestion des infrastructures, comprendre les architectures REST...</li> </ul>
<b>Déploiement</b>		

#### 4.2.4. Des métiers d'exploitation impactés par la logique du On-Demand

**Il y a une évolution de la supervision vers le Big Data à prévoir !**

**Les réseaux à la demande évoluent vers un modèle de fonctionnement sur le modèle IAAS** et il faut que les exploitants développent l'interfaçage avec ceux qui consomment leurs offres et la compréhension des besoins clients.

Etape	Métiers impactés	Compétences
<b>Exploitation (Réseaux et SI)</b>	Métiers EXPLOITATION, SUPERVISION et SUPPORT des RESEAUX et Métiers EXPLOITATION, SUPERVISION et SUPPORT des SI et SERVICES	<p><b>Compétence [AGILITE] :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Développer de nouvelles modalités de collaboration « NetOps » / « DevOps » avec les ingénieries réseaux et logicielles.</b></li> </ul> <p><b>Compétence [ABSTRACTION] :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gérer des systèmes qui comportent plus de règles de gestion complexes,</b> les intégrer.</li> </ul> <p><b>Compétence [CLOUD] :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Manager les infrastructures Cloud</b> (acquérir les connaissances sur et savoir utiliser opérationnellement les outils de management des infrastructures Cloud comme Openstack...).</li> </ul> <p><b>Compétence [OUTILS LOGICIELS] :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Maitriser les outils de VIM</b> (Virtual infrastructure management)</li> <li>• <b>Connaître et savoir utiliser les hyperviseurs</b> du marché (KVM, Vmware...)</li> <li>• <b>Connaître les solutions SDN.</b></li> </ul> <p><b>Compétence [ANALYTICS] et [SUPERVISION] :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Etre capable de pousser l'analyse des services et la supervision des usages / assurer une supervision des applications de bout en bout sur un socle complexe.</b></li> </ul>

## 5. Conclusion

---

### 5.1. Pour SOPRA

Des architectures (NFV MANO de l'ETSI) et des standards (Netconf, Yang, Tosca) commencent à se dégager mais la concurrence sur les plateformes qui les implémentent est très importante.

De nombreux acteurs contribuent à la richesse de l'offre en termes d'infrastructure et de logiciel : Les grands équipementiers télécoms historiques, les fournisseurs d'équipements réseaux, Les vendeurs IT positionnés dans ce domaine et des pure players qui sont toujours plus nombreux.

À date, aucun constructeur ne s'est imposé comme une référence à part entière.

Les gains escomptés au niveau des opérations sont importants mais surtout sur l'agilité et la rapidité de mise en œuvre de nouvelles offres pour lutter contre les OTT et les nouveaux entrants qui pourront tirer parti de ces technologies.

Pour atteindre ces objectifs, des transformations importantes, culturelles et organisationnelles, sont nécessaires pour simplifier les processus et former des équipes verticales capables de mener rapidement de nouvelles offres en production.

L'approche des opérateurs est aujourd'hui incrémentale avec des prévisions de déploiement très variables. Tous les opérateurs interviewés ont engagé cette transformation avec des stratégies différentes sur :

- le ratio d'intégration de produits ou de développements spécifiques
- la richesse des catalogues de services internes
- la convergence des socles techniques

Les réserves des opérateurs restent néanmoins importantes sur la maturité de ces technologies, sur le niveau de bénéfices obtenus (dépendant de l'échelle de mise en œuvre) et sur l'indépendance gagnée par rapport à leurs fournisseurs.

Cependant la virtualisation des réseaux est un mouvement inéluctable comme l'a été la mise en œuvre de la virtualisation des datacenters.

### 5.2. Pour l'Observatoire des métiers

De nouvelles technos pas encore normalisées arrivent, ils faut des architectes de bon niveau qui maîtrisent ces technos et sont capables de nouer des partenariats (ex de la couche orchestration).

Les principaux enjeux en termes de transformation et de compétences aujourd'hui tournent autour de l'expertise technique et en particulier tout ce qui tourne autour des expertises Cloud, Automatisation, Outils Logiciels (nouvelles modalités de management des services réseaux dans un environnement virtualisé), sans oublier les compétences plus classiques « systèmes » (OS, bases de données, stockage...) et équipements réseaux.

L'agilité devient un thème transverse (Marketing / Technique) tandis que le monde des réseaux se rapproche de plus en plus du monde IT en termes de compétences et que l'intégration des 2 mondes dans un ensemble cohérent est de plus en plus vital.

L'expertise codage devient importante pour l'intégration mais aussi pour le sourcing (en mode direct API's). Un socle commun de connaissance en termes de développement logiciel devient nécessaire en particulier concernant les architectes et ingénieurs réseaux.

Des gains de productivité au niveau de la vente et des opérations sont à attendre (d'abord dans l'univers des solutions entreprises).

Il restera toujours une couche physique dans les réseaux qui ne pourra être virtualisé.

## 6. Annexes

---

### 6.1. Liste des personnes ayant été interviewées pour l'étude

Patricia BUCHART – SFR - Responsable technique des plateformes chez SFR Business  
Emmanuel MAILLIS – SFR - IT Infrastructure Architect  
Andras KIENITZ – SFR - Senior Manager – Value added services and infrastructure engineering at SFR  
Etienne BERMOND – SFR - Responsable Ingénierie Cœur Réseau Fixe et Mobile chez SFR  
Nicolas ROMELE – SFR - Manager Marketing - Personal Cloud, Mail for consumer chez SFR  
Prosper CHEMOUIL – Orange - Expert Program Leader, Future Networks  
Julien MIRENAYAT – SFR - Datacenter & Cloud Product manager  
Hervé LEMAITRE – Red Hat - Senior Business Strategist at Red Hat  
Francois BERTRET – Orange - SDN/NFV transformation program Director for OBS & Technical domain leader on Network Services  
Nabil CHARKANI – Orange - Director, Network Control Architecture at Orange  
Bruno LABAS – Bouygues Telecom - Responsable du pôle de maîtrise d'œuvre acquisition chez Bouygues Telecom  
Pierre MAZIERES - Bouygues Telecom – Digital Architect at Bouygues Telecom  
Thierry MESSMER – CIENA - Senior Director Global Sales, Blue Planet Division at CIENA  
David FREYERMUTH – Orange - Technical design leader of the on-demand networks program at Orange Corp

### 6.2. Glossaire

- **ATIS** : Alliance for Telecommunications Industry Solutions
- **AT&T** : American Telephone and Telegraph Company (opérateur américain)
- **API** : Application programming interface
- **BSS** : Business support systems

*Dans le modèle du TM Forum, système d'information qui supporte les processus de définition de la stratégie, de mise en place de l'infrastructure et de spécification du produit. Plus courant, et toujours dans le modèle du TM Forum, le système qui supporte les processus opérationnels sur le niveau de la relation client.*

- **BT** : British Telecom
- **CDN** : Content Delivery Network

*Réseau de diffusion de contenu*

- **CRM** : Customer relationship management
- **COTS** : Commercial off-the-shelf

*Progiciel (logiciel sur étagère) par opposition à développement spécifique*

- **CPE** : Customer Premise Equipment

*Équipement qui se trouve dans le site d'un client (d'une entreprise) et qui est raccordé à l'infrastructure d'un opérateur, dans un Point Of Presence (POP), via une boucle locale.*

- **CSP** : Communications Service Provider
- **DSLAM** : Digital Subscriber Line Access Multiplexer.

*Multiplexeur d'accès à la ligne numérique, l'accès étant le plus souvent Internet*

- **DT** : Deutsche Telekom
- **ETSI ISG** : ETSI Industry Specification Group
- **ETSI** : European Telecoms Standards Institute
- **EMS** : Element Management System

*Modèle et Framework de gestion des équipements réseau du ISO Telecom Management Network. Couvre les sujets des Anomalies, Configuration, Administration, Performance et sécurité*

- **GTM** : Go-to-Market
- **IaaS** : Infrastructure As A Service
- **IETF** : Internet Engineering Task Force

*Groupe informel, international qui participe à l'élaboration de standards Internet. L'IETF produit la plupart des nouveaux standards d'Internet.*

- **IMS** : IP Multimedia Subsystem

*Architecture standardisée utilisée par les opérateurs de téléphonie, qui permet de fournir des services multimédias fixes et mobiles. Les services doivent être accessible de chez l'utilisateur ou en déplacement.*

- **IPsec** : Internet Protocol Security

*Cadre de standards ouverts pour assurer des communications privées et protégées sur des réseaux IP.*

- **ISS** : Industry Standard Server
- **ISP** : Internet Service Provider
- **ISV** : Independent Software Vendor
- **MANO** : Management and Orchestration (présenté dans ce document)
- **MEP** : Mise En Production
- **MWC** : Mobile World Congress
- **NAT** : Network Address Translation

*Fonction qui fait correspondre les adresses IP internes non uniques et souvent non routables d'un intranet à un ensemble d'adresses externes uniques et routables. Ce mécanisme permet notamment de faire correspondre une seule adresse externe publique visible sur Internet à toutes les adresses d'un réseau privé.*

- **NEP** : Network Equipment Provider
- **NFV** : Network Functions Virtualization (présenté dans ce document)
- **NFVO** : NFV Orchestration (présenté dans ce document)
- **NIVR** : Network Interactive Voice Response

*Serveur vocal interactif hébergé dans un réseau.*

- **NSN** : Nokia Solutions and Networks
- **NSP** : Network Service Provider
- **NTT** : Nippon Telegraph and Telephone Corporation (1er opérateur japonais)
- **ONF** : Open Networking Foundation
- **OPNFV** : Open platform for NFV Project (présenté dans ce document)
- **OSS** : Operations Support System

*Dans le modèle du TM Forum, système d'information qui supporte les processus de préparation, exploitation, maîtrise et facturation. Plus courant, et toujours dans le modèle du TM Forum, le système qui supporte les processus opérationnels sur les niveaux service et ressource.*

- **OTT** : Over the Top

*Fournisseur de media ou de service qui s'appuie sur une connectivité mise en œuvre par un tiers.*

- **PE** : Provider Edge

*Équipement qui se trouve dans un Point Of Presence (POP) de l'infrastructure d'un opérateur auquel se raccordent les sites client, via une boucle locale et qui fournit l'accès à un réseau de l'opérateur.*

- **PoC** : Proof of Concept
- **PaaS** : Platform as a service
- **RAN** : Radio Access Network

*Partie radio d'un système de télécommunication mobile qui met en œuvre une technologie d'accès radio. Il se situe entre un terminal (ex : téléphone mobile) et permet une connexion avec le cœur de réseau.*

- **RLC** : Radio Link Control
- **SaaS** : Software as a service
- **SDN** : Software-Defined Network (présenté dans ce document)
- **SD-WAN** : Software-Defined WAN

*Technologie concurrente et plus économique au MPLS pour relier des sites d'une entreprise. A la place de liens dédiés vers le réseau d'un opérateur et de matériel dédié, les sites sont reliés entre eux à partir de connexions internet et utilise des ressources Cloud*

- **SFC** : Service Function Chaining (présenté dans ce document)
- **SI** : Systems Integrator
- **SLA** : Service Level Agreement
- **SOC** : Security Operation Center
- **SSL** : Secure Sockets Layer
- **SWOT** : **S**trengths (forces), **W**eaknesses (faiblesses), **O**pportunities (opportunités), **T**hreats (menaces)
- **TTM** : Time-to-Market
- **VAR** : Value-added Reseller
- **vCPE** : Virtual Customer Premise Equipment
- **vEPC** : Virtual Evolved Packet Core

- **vFW** : Virtual Firewall
- **VIM** : Virtualized Infrastructure Manager (présenté dans ce document)
- **vIMS** : Virtual IP Multimedia Subsystem
- **vLB** : Virtual Load Balancer
- **vMM** : Virtual Machine Manager
- **vNF** : Virtualized Network Functions (présenté dans ce document)
- **VNFM** : VNF Manager (présenté dans ce document)
- **VNFaaS** : Virtual Network Function as a Service
- **VNPaaS** : Virtual Network Platform as a Service

*Similaire au VNFaaS mais avec un service plus large ou plus programmable ou plus de contrôle délégué au client.  
Ex : un service VPN complet ou la capacité à introduire des VNF tierces.*

- **VPN** : Virtual Private Network

*Étend un réseau privé à travers un réseau partagé ou public. Permet d'échanger des données entre 2 systèmes distants à travers des réseaux partagés ou publics comme s'ils étaient sur le même réseau.*

- **vRAN** : Virtual Radio Access Network
- **WAN** : Wide Area Network

*Réseau qui s'étend sur une large zone géographique et qui peut être composé de réseaux publics et privés*

- **WaaS** : Wan As A Service