



**HAL**  
open science

## Outil interactif pour l'alignement de la vue client-opérateur sur les architectures de réseau

Mathieu Guglielmino, Francesco Bronzino, Sébastien Monnet

### ► To cite this version:

Mathieu Guglielmino, Francesco Bronzino, Sébastien Monnet. Outil interactif pour l'alignement de la vue client-opérateur sur les architectures de réseau. CoRes 2023 - 8èmes Rencontres Francophones sur la Conception de protocoles, l'évaluation de performances et l'expérimentation de Réseaux de communication, May 2023, Cargèse, France. hal-04090678

**HAL Id: hal-04090678**

**<https://hal.science/hal-04090678>**

Submitted on 5 May 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# *Outil interactif pour l'alignement de la vue client-opérateur sur les architectures de réseau*

Mathieu GUGLIELMINO<sup>1</sup>, Francesco BRONZINO<sup>2</sup>,  
Sébastien MONNET<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Université Savoie Mont Blanc, LISTIC*

<sup>2</sup> *Univ Lyon, EnsL, UCBL, CNRS, LIP*

---

Dans cet article, nous proposons le développement d'un outil interactif qui permette aux opérateurs et leurs clients de visualiser les topologies de réseaux multi-couches et des les extraire dans le langage déclaratif YANG développé par l'IETF (cf. figure 5). Afin de réduire les délais de déploiement, qui peuvent venir d'une distance entre les clients et l'opérateur—compétences techniques variées, vocabulaire—, nous proposons (a) un module pour décrire les données nécessaires à la visualisation des topologies, et (b) une mise en œuvre sous forme d'une interface web pour la visualisation interactive de graphes multi-couches, adaptée aux topologies réseaux\*.

**Mots-clefs :** topologie, réseau, visualisation, interfaces humain-machine, modèle de données

---

## 1 Introduction

La communication entre les opérateurs et leurs clients est essentielle pour assurer que les réseaux soient configurés et maintenus correctement. Cependant, cette communication peut s'avérer complexe car les clients et les opérateurs ont souvent des besoins opérationnels variés, et ne partagent pas le même vocabulaire technique. Cette distance se traduit par des incompréhensions ou des impossibilités techniques dans ce qui est proposé, et résulte en un temps de déploiement plus long et des coûts supplémentaires.

De plus, les attentes de ces profils sont différentes, et nécessitent de représenter dans une même vue divers aspects du réseau. Pour cela, nous nous basons sur un formalisme récent issu du domaine des systèmes complexes, les graphes multi-couches. Un même objet, ou nœud, peut apparaître dans plusieurs couches pour représenter des aspects différents. Dans le contexte des réseaux les couches peuvent correspondre aux différents protocoles du data-plane mais n'y sont pas limitées, et prises dans leur ensemble forment la topologie du réseau.

Nous proposons ici un outil pour manipuler ces topologies de réseaux multi-couches. Basé sur la sémantique visuelle des réseaux, cet outil repose sur les modules de l'IETF qui servent à décrire les topologies de façon générique. Parmi les fonctionnalités développées, il est possible de fusionner les différentes couches dans une même vue, de choisir la méthode de disposition des nœuds, de grouper certains objets ou encore de choisir les icônes pour représenter les nœuds. Il est également possible d'exporter la topologie dans un format déclaratif comme XML ou JSON qui pourra être utilisé pour le déploiement de la topologie virtuelle par un contrôleur SDN.

Nos contributions sont les suivantes :

1. Un module YANG qui augmente `ietf-network-topology` pour décrire les données nécessaires à la représentation visuelle d'une topologie réseau,
2. Une interface web interactive pour manipuler dynamiquement les objets du graphe multi-couches qui en résulte et l'extraire dans un format déclaratif.

---

\* en cours de développement

La suite de ce document est organisée comme suit: l'état de l'art sur la visualisation et la standardisation des données de topologies réseau avec le langage YANG (Section 2) et les outils que nous avons développés (Section 3).

## 2 Les modules de l'IETF pour la topologie réseau

### 2.1 La standardisation des données de configurations réseaux

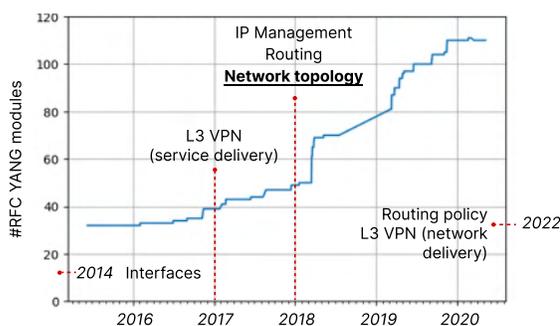


Fig. 1: Modules YANG publiés depuis 2015

En 2010, l'IETF publie le langage de modélisation YANG, aujourd'hui largement partagée par l'industrie (cf Figure 1), pour standardiser les données échangées pour la configuration des réseaux. Avec le protocole NETCONF, les données exprimées avec YANG peuvent être utilisées par les équipements pour configurer des éléments de base (IP, interfaces, routage), ou plus complexes, comme des VPN couche 2 ou 3.

Ce langage fournit une structure de données normalisée pour les équipements et facilite la communication entre les équipements de différents fabricants.

Les modules YANG forment la colonne vertébrale de nombreux outils d'automatisation et sont un des

concepts clés de nombreux contrôleurs SDN (Software Defined Networks) tels qu'OpenFlow et OpenDaylight.

### 2.2 Le modèle multi-couches des topologies réseaux

La visualisation de la topologie réseau se heurte à la grande diversité des équipements, et les solutions de visualisation existantes sont limitées au contexte des équipements du même fournisseur, ou à des images éditées manuellement. Des tentatives de standardisation des données de réseaux ont bien vu le jour pour faciliter la visualisation des topologies, comme NetJSON [C<sup>+</sup>] ou NevML [Wan10], mais leur utilisation reste limitée car ne résulte pas du consensus de la communauté.

Le module `ietf-network` de l'IETF (cf figure 2) décrit les différents réseaux qui interviennent dans la topologie et leurs réseaux sous-jacents. Générique, cette structure permet de décrire les topologies qui peuvent être rencontrées dans des contextes variés (topologies L3 [CMV<sup>+</sup>18b]) ou de centre de données [ZSGA19]).

Toutefois, si des outils dédiés à la visualisation de la structure des modèles YANG (figure 3 (a)) existent, rien à notre connaissance, n'est dédié à l'édition interactive d'une instance de données (Figure 3 (b)) et les utilisateurs se heurtent à la complexité des topologies de réseaux multi-couches.

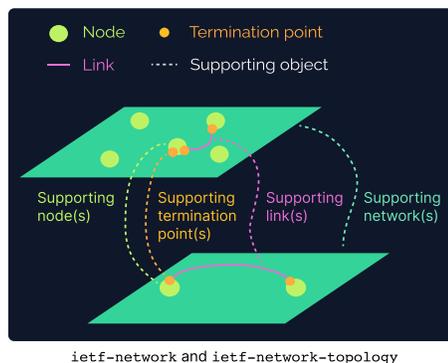


Fig. 2: Schéma défini par les modules YANG de topologie

## 3 La visualisation standard des topologies réseaux

### 3.1 Un module YANG pour visualiser la topologie: `network-topo-viz`

Les démarches de standardisation des données de topologie réseau ont abouti à une structure de données qui correspond à un réseau multi-couches (cf figure 2), exprimée via les modules `ietf-network`



Fig. 3: Utilisation du modèle `ietf-network` pour représenter la topologie d'un réseau. (a) La représentation du modèle sous forme d'arbre. (b) Son utilisation pour la représentation d'une instance particulière (ici en XML).

et `ietf-network-topology`.

Afin de rendre propice l'utilisation des modules de topologies par des profils variés, des contrôleurs ou des algorithmes de graphes, il est nécessaire d'y ajouter des capacités de visualisation. Aussi, nous nous proposons d'augmenter ces modules grâce à une fonctionnalité du langage YANG pour décrire les données nécessaires à leur visualisation dans un nouveau module : `network-topo-viz` (cf. Figure 4).

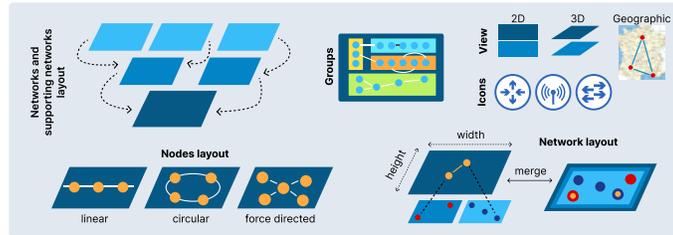


Fig. 4: Fonctionnalités de base du module `network-topo-viz`

Ce module inclut des options pour décrire les couleurs (des couches, des nœuds ou des liens), les icônes ou formes des nœuds et des liens dans un graphe de topologie, ou la disposition spécifique des nœuds ou des couches. Nous nous inspirons largement du langage visuel des réseaux pour adapter les fonctionnalités souvent génériques des outils existants d'édition de topologies réseaux qui en général produisent des images, avec l'objectif de l'intégrer dans un écosystème automatisé.

Afin de prouver la validité de la méthode, nous proposons une plateforme web afin de manipuler les éléments de la topologie, définir comment elle s'affiche à l'écran et extraire l'instance de la topologie au format XML ou JSON.

### 3.2 L'édition interactive de topologies de réseau

Les réseaux multi-couches ont la caractéristique d'avoir un objet qui n'existe pas dans les graphes simples : la couche—ou *layer*—, et qui nécessite la mise en œuvre d'interactions particulières: le choix du layout sur une ou plusieurs couches, des commandes de navigation pour la réorganisation des nœuds ou des couches, ainsi que le choix des couleurs. En outre, certaines couches peuvent être masquées ou fusionnées pour mieux correspondre à l'objectif de l'utilisateur.

### 3.3 Du déclaratif au visuel, et vice-versa

Les instances de topologie peuvent s'exprimer en XML, ou en JSON de façon équivalente. La manipulation de ces fichiers peut rapidement s'avérer complexe, en plus de ne pas être une solution viable pour des profils non-techniques comme le client final, ou un commercial.

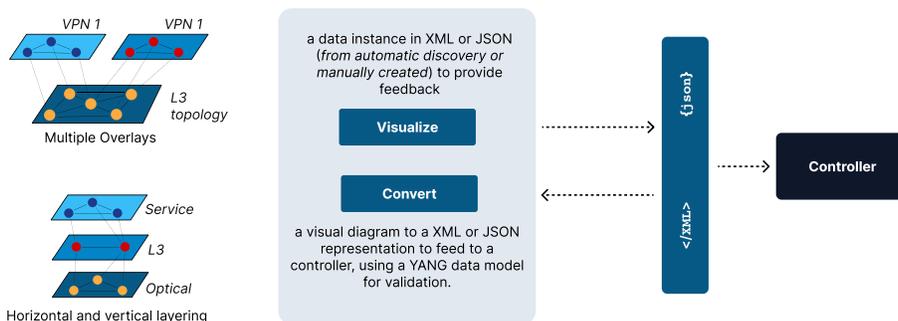


Fig. 5: Pipeline

Aussi, la plateforme permet :

1. D'importer un fichier XML ou JSON, de valider son schéma de topologie et d'en générer une visualisation interactive à partir des contraintes visuelles spécifiées par l'utilisateur avec le module `network-topo-viz`,
2. D'exporter un fichier XML ou JSON dans le format défini par les modules YANG de topologies, à partir d'un graphe multi-couches édité de façon interactive.

## 4 Conclusion

La visualisation de la topologie d'un réseau dans l'écosystème de l'opérateur permet d'améliorer la communication avec le client et d'accélérer le déploiement du réseau. Nous proposons ici un module pour visualiser la topologie d'un réseau, ainsi qu'une plateforme web sur laquelle les utilisateurs peuvent effectuer des modifications et l'extraire dans le langage de leur choix. En utilisant des visualisations claires et des fonctionnalités d'édition, notre outil permet une meilleure communication entre les clients et les opérateurs. Cela réduit les malentendus et les erreurs liées à la communication et améliore l'alignement entre les exigences des clients et les capacités techniques des opérateurs.

## References

- [Bjo16] M Bjorklund. Rfc 7950: The yang 1.1 data modeling language, 2016.
- [BL20] M Boucadair and A Liu. A yang data model for layer 2 network topologies. 2020.
- [C<sup>+</sup>] Federico Capoano et al. Netjson: data interchange format for networks. 2020.
- [CMV<sup>+</sup>18a] A Clemm, J Medved, R Varga, N Bahadur, H Ananthkrishnan, and X Liu. A yang data model for network topologies. Technical report, 2018.
- [CMV<sup>+</sup>18b] A Clemm, J Medved, R Varga, X Liu, H Ananthkrishnan, and N Bahadur. A yang data model for layer 3 topologies. Technical report, 2018.
- [Lho16] L Lhotka. Rfc 7951: Json encoding of data modeled with yang, 2016.
- [Wan10] Haoxiang Wang. Nevml: A markup language for network topology visualization. In *2010 Second International Conference on Future Networks*, pages 119–123. IEEE, 2010.
- [ZSGA19] Yan Zhuang, Danian Shi, R Gu, and H Ananthkrishnan. A yang data model for fabric topology in data-center networks. Technical report, 2019.