

---

# Approche Big Data sur un réseau centré sur la donnée

## Exemple du réseau NDN (Named Data Networking)

### Junior Dongo

*Université Paris-Est - Laboratoire d'Algorithmique, Complexité et Logique  
61 Avenue du Général de Gaulle  
94010 Créteil*

*junior.dongo@u-pec.fr*

---

*MOTS-CLÉS : Big data, Réseau centré données, Réseau par nommage de données, système de fichiers distribués, stratégie de réplication.*

*KEYWORDS: Big data, Content Centric Networking, Named Data Networking, Distributed File System, replication strategy*

*ENCADREMENT : Fabrice Mourlin et Charif Mahmoudi*

---

## 1. Contexte

Dans la communauté Big Data, le squelette MapReduce a été considéré comme l'une des principales approches permettant de répondre à une demande permanente et croissante des ressources informatiques imposées par des données massives. Son importance s'explique par l'évolutivité du paradigme MapReduce qui permet une exécution massivement parallèle et distribuée sur un grand nombre de nœuds de calcul. L'émergence de nouvelles architectures réseaux telles que Content-Centric Networking (CCN) offrent des perspectives nouvelles pour déléguer le support du Big Data depuis la couche applicative vers la couche réseau. L'une des architectures réseaux CCN dominantes est Named Data Networking (NDN) (Zhang *et al.*, 2010) qui est une architecture centrée sur la donnée. Nous passons donc des communications d'hôte à hôte, à un modèle de communication basé sur la donnée.

NDN est financé par la Fondation Nationale Américaine pour la science (NSF) dans le cadre du projet Future Internet Architecture (FIA). Il dispose d'une spécification solide en plus de plusieurs implémentations et d'un déploiement sous forme d'un réseau universitaire multinational.

## 2. État de l'art

Le traitement Big Data peut être considéré en deux grandes phases : le stockage des données sur un Système de Fichiers Distribués (DFS) et le lancement de calculs distribués sur les données. Différentes approches de calcul distribué ont été proposées dans le cadre des traitements Big Data, le plus utilisé étant le MapReduce (Zhao *et al.*, 2009). Généralement les données sont stockées sur le système de fichiers distribués Hadoop (HDFS (Shvachko *et al.*, 2010)) et les calculs sur les données effectués en utilisant MapReduce. Une approche Big Data centrée sur la donnée a été proposée par les travaux réalisés à l'Université de L'Arizona (Gibbens *et al.*, 2017). Leur approche consiste en un portage de Hadoop sur NDN. En effet NDN étant basé sur la donnée et non sur l'IP, une profonde modification de Hadoop a été nécessaire afin de permettre une exécution sur NDN. La limitation de Hadoop concernant le point unique de défaillance reste d'actualité avec cette approche.

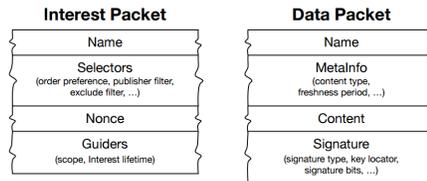
Une approche de système de fichiers distribués a été proposée pour les réseaux NDN en vue de faciliter les traitements Big Data (Chen *et al.*, 2015). Cette approche n'utilise pas de réplication de données, qui est d'une grande importance dans le calcul Big Data, et nécessite une profonde refonte de l'architecture NDN.

## 3. Problématique

Dans NDN, nous avons deux types de composants : des Consumers et Producers. Un Producer, produit la donnée. Il expose le préfix des noms de données qu'il est capable de servir. Un Consumer envoie un intérêt pour une donnée en la nommant. Chaque élément de données est identifié par un nom unique. Les 2 types de paquet sur NDN sont : Interest et Data, comme le montre la structure de la Figure 1 ). Aucune information concernant la source ou la destination d'une donnée n'est contenu dans un intérêt ou une data. NDN permet la mise en cache de la donnée sur le réseau. Chaque paquet étant signé lors de sa création, l'intégrité des données peut être facilement vérifiée par n'importe quel nœud.

L'utilisation du mode actuel de communication d'hôte à hôte, laisse apparaître des problèmes. Par exemple dans le cadre d'une réplication de données, si nous avons 3 nœuds qui doivent répliquer une donnée depuis 1 nœud source, cela produira 3 paquets de la source vers les 3 destinations. Il n'y a donc pas d'optimisation de paquet, vu qu'en l'espèce, il s'agit de la même donnée.

NDN a été proposé comme l'architecture Internet du Futur. Son adoption nécessite donc la proposition de solution Big Data basée sur cette architecture. Aussi, la majorité



**Figure 1.** *Types de packets NDN*

des systèmes de fichiers actuels utilisent un composant central pour la gestion des données. Cela est le cas par exemple de Hadoop, où le NameNode stocke les métadonnées ainsi que l'arborescence de tous les fichiers du système de fichiers. Ainsi, en cas de perte du NameNode, il y a un risque de perte de toutes les données. Il représente donc un point unique de défaillance.

L'objectif est d'apporter une solution pleinement distribuée qui évite l'utilisation d'un composant central et qui permet une agrégation des paquets réseaux afin de réduire la consommation réseau.

#### 4. Actions réalisées

Notre première action a consisté en la définition d'un système de fichiers distribués basé sur NDN. Ce DFS a les caractéristiques suivantes :

- Pleinement distribué : ne contient pas un unique point de défaillance ;
- Résilient : mécanisme de recouvrement intégré pour tous les composants ;
- Sécurisé : chaque donnée est signée et encryptée ;
- Adaptable : supporte les données de petite et de grande taille.

Notre système est composé de 3 composants :

– Client : utilisé par l'utilisateur pour initier une demande de réplication. La donnée est découpée en segment et rendue disponible sur le réseau. Un intérêt pour une demande de réplication est émis à destination des nœuds de stockage.

– Storage : responsable du stockage des réplicas. Lors du traitement d'une demande de réplication, si un autre réplica est nécessaire, le storage prend en charge la tâche d'effectuer la demande de réplication.

– Heartbeat : Un mécanisme utilisé pour vérifier la disponibilité des réplicas sur le réseau. L'algorithme proposé dans notre approche, est un algorithme dans lequel un nœud vérifie un autre nœud. Cela permet le maintien d'un pointeur circulaire sur les nœuds répliquant la donnée. Cela aide à avoir cet aspect complètement distribué. En effet, les réplicas n'ont pas à se signaler périodiquement à un composant central.

Une implémentation de l'approche en utilisant le simulateur réseau ndnSim (Afanasyev *et al.*, 2012) basé sur ns-3 (Lacage *et al.*, 2006), nous a permis lors de simulation d'obtenir les résultats suivants :

- une augmentation du nombre d'utilisateurs permet de réduire le temps nécessaire pour récupérer une donnée. Cela s'explique par l'utilisation de cache réseau au niveau de NDN.

- l'impact du facteur de réplication sur la demande des données depuis la source est linéaire. Cela signifie que les intérêts sont agrégés par NDN. Cela montre l'efficacité du système, car un nombre minimal de paquet est uniquement transmis vers la source.

- à partir d'un réplica disponible sur le réseau, le système est capable de se reconstruire à un état stable si des nœuds de stockage sont disponibles.

## 5. Actions futures

L'étude d'une approche de calcul distribué de type MapReduce basée sur notre approche de DFS sur NDN est en cours. L'idée est de distribuer le calcul, mais aussi d'éviter d'exécuter un même calcul plusieurs fois si celui-ci a déjà été exécuté par un autre nœud (mise à disposition des résultats des calculs intermédiaires). Nous ferons une analyse des résultats issus de l'implémentation cette approche dans le simulateur ndnSim.

Une implémentation et expérimentation de l'approche sur des machines physiques est prévue afin de confirmer les résultats obtenus, mais aussi une comparaison de ceux-ci avec ceux de Hadoop.

## 6. Bibliographie

- Afanasyev A., Moiseenko I., Zhang L. et al., « ndnSIM : NDN simulator for NS-3 », *University of California, Los Angeles, Tech. Rep.*, 2012.
- Chen S., Cao J., Zhu L., « NDSS : A Named Data Storage System », *2015 International Conference on Cloud and Autonomic Computing*, p. 196-199, Sept, 2015.
- Gibbens M., Gniady C., Ye L., Zhang B., « Hadoop on Named Data Networking : Experience and Results », *Proc. ACM Meas. Anal. Comput. Syst.*, vol. 1, n° 1, p. 2 :1-2 :21, juin, 2017.
- Lacage M., Henderson T. R., « Yet another network simulator », *Proceeding from the 2006 workshop on ns-2 : the IP network simulator*, ACM, p. 12, 2006.
- Shvachko K., Kuang H., Radia S., Chansler R., « The hadoop distributed file system », *Mass storage systems and technologies (MSST), 2010 IEEE 26th symposium on*, IEEE, p. 1-10, 2010.
- Zhang L., Estrin D., Burke J., Jacobson V., Thornton J. D., Smetters D. K., Zhang B., Tsudik G., Massey D., Papadopoulos C. et al., « Named data networking (ndn) project », *Relatório Técnico NDN-0001, Xerox Palo Alto Research Center-PARC*, 2010.
- Zhao J., Pjesivac-Grbovic J., « MapReduce : The programming model and practice », 2009. Tutorial.