

ÉLÉMENT DE PORTFOLIO 01



Projet ou collaboration

1 DÉFINITION DE CET ÉLÉMENT

Titre de l'élément : ENE5AI et B4MESH - Les projets menant aux réseaux horizontaux 6G

2 MOTIVATIONS DU CHOIX DE CET ÉLÉMENT

Définir l'architecture des réseaux du futur est une expertise au niveau international de l'équipe Phare. C'est un sujet de recherche qui demande d'être réalisé dans de grands projets de recherche collaboratifs dirigés par des experts ayant des visions disruptives vers le futur. La vision de l'équipe Phare est vers les réseaux horizontaux 6G pour l'année 2030. Deux projets ENE5AI et B4MESH déroulés dans la période 2017-2022 constituent les éléments de base pour arriver à cette vision.

3 PRÉSENTATION DE CET ÉLÉMENT

L'équipe Phare a démarré une recherche à partir de 2018 pour déterminer les éléments de base qui interviendront dans les futurs réseaux. Avec cette vision, l'équipe s'est intéressée à deux aspects importants : déterminer une architecture de nouvelle génération allant dans le sens d'une forte distribution pour succéder à la centralisation provenant du Software-Defined Networking (SDN). Associé à cette forte distribution, un besoin urgent se fait sentir d'aller vers le Web 3.0 et la blockchain.

Les deux directions présentées ci-dessus ont été confortées par l'acceptation de deux projets allant dans ce sens. Ils ont permis de mener à bien les recherches envisagées par l'équipe.

Le premier projet, ENE5AI (Edge Networking pour des Entreprises et des Services Publics Agiles et Intelligents) [2], a permis de proposer une nouvelle architecture que l'on appelle Architecture Horizontale au contraire des architectures classiques du monde des télécommunications qui sont des architectures verticales. Dans une architecture horizontale, les traitements des demandes initiées par les utilisateurs sont effectués dans des centres de données qui sont très près des utilisateurs. Ces centres de données sont embarqués sur l'équipement terminal ou bien dans le nœud de rattachement situé à très courte distance de l'utilisateur. Si le traitement ne peut pas se faire directement sur la machine terminale ou sur le nœud de rattachement, une recherche est effectuée pour trouver le centre de données qui prendra en charge le traitement.

Ce nœud doit si possible se trouver au même niveau, d'où le nom de réseau horizontal. Ce choix provient de différentes études montrant que plus le traitement est près de l'utilisateur, plus la latence est faible, plus la consommation énergétique est faible, plus la sécurité est grande et plus il est facile d'avoir une bonne qualité de service. Dans les réseaux verticaux, il faut remonter la hiérarchie pour aller vers des centres de données beaucoup plus gros et plus puissants qui peuvent être nécessaires mais qui vont demander une consommation énergétique plus importante, une qualité de service plus difficile à obtenir, une sécurité moins assurée et un temps de latence plus important. Les architectures horizontales utilisent le mode direct, c'est-à-dire un mode D2D (Device to Device). Le mode direct existe en Wi-Fi et dans d'autres technologies comme dans les réseaux de capteurs utilisant Bluetooth ou ZigBee. Le mode direct dans la 5G a été défini et spécifié par le 3GPP mais il n'est pas disponible commercialement, ni même sous forme de logiciel libre. Mais cela n'est qu'une question de temps avant sa disponibilité.

Dans l'architecture 6G, la proposition est de mixer architecture verticale et horizontale, c'est-à-dire les modes directs et les modes infrastructures. L'objectif du projet ENE5AI est de développer une architecture horizontale sur un environnement hybride 5G/Wi-Fi pour assurer une forte fiabilité. En d'autres termes, les nœuds du réseau sont connectés entre eux via des liaisons en mode direct. Ces différentes liaisons sont réalisées en mode direct Wi-Fi et/ou 5G (dès que le mode direct 5G sera disponible). Le mode vertical peut aussi être utilisé pour permettre des connexions entre nœuds en passant par une antenne 5G. Le projet contient la réalisation d'un démonstrateur réalisé avec l'aide des Sapeurs-Pompiers de Paris qui voient dans cette solution un moyen d'avoir un réseau fiable capable de passer des murs porteurs en utilisant du Wi-Fi ou de la 5G en mode direct sur de courtes distances. Cette architecture est fondée sur des femto centres de données embarqués mobiles qui sont positionnés

sur les pompiers pour former un réseau mesh totalement flexible avec la mobilité des personnes qui portent les équipements.

La partie logicielle de l'environnement que nous venons de décrire est composée de machines virtuelles qui sont intégrées dans les pico centres de données et qui peuvent migrer à volonté pour se positionner dans la machine qui permet d'obtenir le meilleur compromis entre temps de latence, qualité de service, sécurité et dépense énergétique. L'ensemble des applications est distribué et nécessite la désignation de nœuds leaders à chaque instant. En effet, comme l'environnement est mobile, que ce soit les machines terminales ou les nœuds, il faut envisager des ruptures (split) des réseaux et son contraire avec des regroupements (merge). L'objectif du deuxième projet B4Mesh (Blockchain pour les réseaux mesh mobiles) [1] est de trouver une solution pour une blockchain qui a des splits et des merges. Dans ce projet nous avons inventé le Blockgraph qui est une solution pour utiliser la technologie blockchain dans un réseaux mesh mobile. L'architecture avec les interfaces du blockgraph est décrite à la Fig 1.

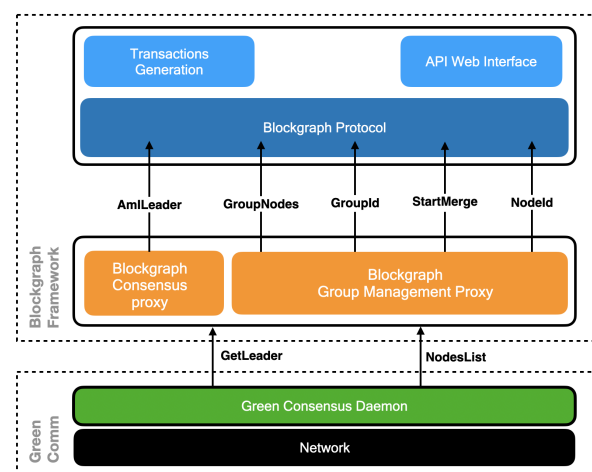


FIGURE 1 – Architecture du Blockgraph

Le Blockgraph peut être présenté comme un Framework composé de trois modules différents : un algorithme de consensus permettant de déterminer un nœud qui se chargera de créer un nouveau bloc, un système de gestion de groupe, qui est le module responsable de la découverte de la topologie du réseau et de l'envoi de notifications s'il y a un changement de topologie et enfin un protocole Blockgraph, qui est chargé de gérer la structure des données et des différentes fonctions de gestion de cette structure.

Un troisième projet, SECPB (Sécurisation de l'Ecosystème Cloud par Blockchain), a permis de réaliser des recherches complémentaires sur l'interconnexion de Blockchains dont nous aurons également besoin dans les nouvelles architectures de réseau.

Globalement, ces trois projets permettent de bâtir une nouvelle génération d'architecture qui intègre à la fois le réseau et les services et qui, nous l'espérons, deviendra prépondérante dans la 6G.

4 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Projet B4Mesh - <https://b4mesh.lip6.fr>.

[2] Communiqué de presse - Stratégie d'accélération 5G : Annonce de cinq nouveaux projets lauréats et publication d'un observatoire de la 5G, décembre 2021.