



Projet ANR: MOSAICO
Multi-layer Orchestration for Secured and low lAtency applICatiOns
Projet No.: ANR-19-CE25-0012

Compte-Rendu Meeting #8  
30/09-01/10 /2021  
Loria- Nancy

**Participants:**

- Orange : Bertrand Mathieu
- ICD-UTT : Guillaume Doyen, Marius Letourneau, Hichem Magnouche, Caroline Prodhon
- Montimage : Edgardo Montes De Oca, Huu Nghia Nguyen, Vinh Lu
- CNRS-Loria : Thibault Cholez, Philippe Graff, Xavier Marchal

L'agenda proposé est validé.

**Administratif/Dissémination :**

- Site Web

L'UTT a mis à jour le site Web : CR meeting, dissémination (acceptation papiers ARES/ENS, ISCC, HiPNet), organisation du workshop CNSM/HiPNet par MOSAICO, etc.

- Réunions

La prochaine réunion plénière aura lieu les 2-3 décembre, à Orange Chatillon (mais hébergé par Montimage).

Thibault ne pourra être présent physiquement mais assistera à distance.

PA Bertrand : Prévoir un accès Visio

PA Bertrand : Voir pour le paiement des repas de la cantine par Montimage.



La réunion plénière suivante aura lieu les 10-11 mars à Rennes à IMT Atlantique (mais hébergé par l'UTT).

PA Guillaume : Organiser cette réunion

La prochaine après-midi de réunion technique prévue le jeudi 07 octobre est annulée.

- Recrutement des thésards, stagiaires

Orange finalise le recrutement d'un thésard sur la thèse relative au Cloud Gaming et services LL. L'encadrement académique sera assuré par le Loria.

Pour la thèse proposée par Orange sur le forecasting de la latence, l'encadrement académique sera assuré par IMT Atlantique (Patrick Maillé ou Alberto Blanc). La sélection d'un étudiant est en cours de validation

- Dissémination

Le papier « Evaluating the L4S Architecture in Cellular Networks with a Programmable Switch » soumis à la conférence ISCC 2021 a été accepté. Bertrand l'a présenté le 7 septembre par visio-conférence.

Les 2 papiers soumis au workshop HiPNet'21 : « An Analysis of Cloud Gaming Platforms Behavior under Different Network Constraints » et « Assessing the Threats Targeting Low Latency Traffic: the Case of L4S » ont été retenus. Ils seront présentés le 29 octobre.

Un papier relatif au D1.1 a été soumis au journal IEEE Network avec l'appel « New Network Architectures, Protocols and Algorithms for Time-Sensitive Applications ». Nous sommes en attente de la notification.

Le papier soumis à la conférence NFV/SDN sur les micro-services GPU n'a pas été accepté. Il est prévu de le retravailler et le soumettre à NetSoft.

Il est prévu de soumettre un papier sur le modèle d'orchestration, peut-être à la conférence NOMS (si finalisé à temps) ou peut-être à NetSoft.

Il est prévu de soumettre un papier sur les tests L4S et la sécurité, associés à une preuve de détectabilité, à un journal TNSM. La deadline est pour fin Octobre. Cela risque d'être juste, mais nous allons tenter.

Un papier sur les tests Cloud Gaming et le modèle de détection des applis CG (IA, arbres de décision, etc.) va être soumis. La cible reste encore à valider.



Il est envisagé de soumettre un papier sur 5Greplay plus détaillé que celui d'ARES à la conférence Esorics, avec une deadline en janvier.

Le projet MOSAICO (Guillaume et Bertrand) est moteur dans l'organisation du workshop HiPNet (High-Precision, Predictable, and Low-Latency Networking) adossé à la conférence CNSM. Le workshop aura lieu le 29 octobre.

La sélection des papiers a eu lieu et le programme est disponible sur la page Web du workshop : [http://www.cnsm-conf.org/2021/workshop\\_HiPNet.html](http://www.cnsm-conf.org/2021/workshop_HiPNet.html)  
Il reste à finaliser les noms des speakers pour le keynote et la table ronde.

- Rapport intermédiaire T0+18

L'ANR a validé l'envoi du rapport intermédiaire à T0+24 (T0+18 + 6 mois retard Covid).

Il faut commencer à rédiger ce rapport.

PA Bertrand : Rédiger une 1<sup>ère</sup> version

PA Guillaume/Thibault/Edgardo : Vérifier la 1<sup>ère</sup> version et éventuellement compléter

- Plan Gestion de Données

Bertrand a commencé à mettre à jour ce document notamment en relation avec les tests Cloud Gaming effectués. Il doit finaliser cette nouvelle version et les partenaires reliront/complèteront/valideront.

PA Bertrand : Finir la mise-à-jour

PA Guillaume/Thibault/Edgardo : Relire et éventuellement compléter

### Livrable D234

Le livrable D234 est prévu à T0+24 (initialement T0+18, plus le retard de 6 mois du à la Covid-19). Ce livrable est donc attendu pour décembre.

Nous avons bien avancé dans le projet au cours de cette année et nous avons beaucoup de contenus disponibles pour le rédiger. Il est décidé de commencer sa rédaction dès maintenant.

Une table des matières a été validée pendant la réunion :

#### 1 - Introduction (Guillaume)

Rappeler le use Cloud Gaming retenu, articulation avec le D1.1 (état de l'art vs contributions), réarticulations des tâches du projet, etc.

#### 2 - Description des différents testbeds individuels (Orange, UTT, Loria)

Décrire le set up du testbed, les outils utilisés, les limitations, contraintes, etc.

2.1 : Description de l'objectif de la tâche Testbed, où on est en, comment, pourquoi ...



- 2.2 : Testbed Orange
- 2.3 : Testbed UTT
- 2.4 : Testbed Loria
  - 2.4.1 : Constitution du dataset : PF de CG, abonnements, ...
  - 2.4.2 : Architecture locale de cloud gaming
- 2.5 : Testbed Montimage : 5G
- 2.6 : Conclusion : future intégration, mise en commun, testbed final 5G Montimage
- 3 – Micro-services
  - 3.1 : Etude de solution OpenNetVM (Montimage)
  - 3.2 : Analyse de P4 en micro-services (Orange)
- 4 \_ Evaluations
  - 4.1 : Tests L4S avec environnement P4 (Orange)
  - 4.2 : Tests L4S avec flux indésirables (UTT)
  - 4.3 : Tests Cloud Gaming (Loria)
- 5 - Orchestration Micro-services (confidentiel pour ANR, car pas encore publié)
  - 5.1 : Solution et évaluation orchestration micro services (UTT)
  - 5.2 : Orchestration de micro-services sur GPU (Loria)
  - 5.3 : Interaction entre orchestrateurs et détecteurs pour close loop (Montimage)
- 6 - Conclusion
  - Besoin de solution de monitoring high-precision => suite du projet pour alimenter les travaux futurs
  - Travaux futurs

Thibault doit créer un espace pour le livrable D234 sur le sharelatex et ajouter cette table des matières initiale.

PA Thibault : Configuration Sharelatex

Il est décidé d'avoir une 1<sup>ère</sup> version brute du livrable pour fin octobre, avec l'objectif d'une livraison en décembre

PA Tous : Rédiger ses parties

### **Présentation du high-precision monitoring: Huu-Nghia**

Huu-Nghia présente ses premières analyses sur le High-precision Monitoring en expliquant les 3 méthodes de measurement possibles : active measurement, passive measurement et in band telemetry.

Pour le in band telemetry, si les nœuds intermédiaires doivent ajouter des infos (des champs dans les en-têtes), il faut faire attention à la taille des paquets MTU pour permettre une bonne transmission, sans fragmentation.



Un échange a eu lieu sur le moment d'activer cette télémétrie. Si fait tout le temps, cela peut être gourmand, et prendre du temps. Faut-il le faire uniquement pour les services LL ? Faut-il l'activer seulement quand des problèmes ont été détectés pour identifier la source réelle ? ...

Hu Nghia introduit Big Packet Protocol (BBP), qui est une solution d'in band telemetry, ajoutant dans les en-têtes des informations sur les données mais aussi les commandes pour savoir comment un nœud doit traiter ce paquet.

Une autre solution issue de Pronto se repose sur des « dial » (données, de télémétrie par exemple) et des « knob » (actions à réaliser). L'utilisation des 2 peut permettre de faire des actions close-loop (mesures avec dials et réactions avec knobs).

Suite à cette présentation, se sont posées les questions de la qualité et pertinence des informations mesurées puisque les conditions réseaux peuvent être fluctuantes, les paquets peuvent passer par des chemins différents (sens montants vs descendant), etc. Peut-être que l'utilisation de Segment Routing, abordé au début du projet pourrait être utile avec la télémétrie puisque cela permet d'avoir des chemins stables.

Bertrand dit que le consortium P4 a une thématique in band telemetry assez active et avancée. Il faut s'y pencher un peu plus pour voir s'il serait possible de s'en inspirer et d'avoir des modules P4 de monitoring comme initialement proposé dans le projet.

Enfin, le in band telemetry est relié à un organe central (qui reçoit les informations) pour prendre éventuellement des actions/réactions en fonction des valeurs mesurées. Cela permettrait d'avoir une solution type close loop.

Il faut aussi réfléchir à la fréquence de remontées des informations, vs la surcharge, pertinences, etc.

Plus spécifiquement relatif aux services LL et à L4S, nous avons de nouveau échangé sur les informations à mesurer : Taille file d'attente ? Temps passé dans file d'attente ? Quoi d'autres ? Il faut identifier les métriques dont on a besoin pour le LL et que nous n'aurions pas autrement.

Montimage doit faire un document listant toutes les métriques et Orange et UTT viendront en soutien compléter ou préciser.

Ensuite, il faudra voir quelle solution pour les mesurer : MMT ou autre ?

PA Montimage : Faire un document listant les métriques LL à mesurer

PA Orange/UTT : Relire, compléter

PA Tous: Voir outil/solution pour les collecter.

### **Présentation de P4 for improving Anomaly Detection and Root-cause Analysis: Vinh**

Vinh présente une piste pour détecter des anomalies et leurs causes. Il prend l'exemple de la fragmentation (avec la solution fragrouter).



Il dit que les outils standards type snort ou wireshark ne détectent pas la fragmentation non standard.

Il propose d'utiliser P4 pour détecter les fragmentations non standard et dropper les paquets ou les reconstruire proprement avec le programme P4. Concernant l'approche RCA, l'idée se repose sur le knowledge based, en comparant avec les existants et en calculant une similarité.

Pour cela, il faut une bonne sélection des attributs suivant les modèles.

Il faudra analyser un peu plus pour voir si ces concepts peuvent être utilisés pour le troubleshooting MOSAICO, car ici c'est juste l'exemple avec fragmentation des paquets pour diffusion de virus.

Cette présentation a été intéressante, mais le lien avec les solutions MOSAICO, l'architecture MOSAICO et les services LL n'est pas évidente.

### **Présentation des tests L4S avec flux malveillants : Marius**

Marius présente les résultats de ses tests sur l'impact des flux malveillants sur L4S. Cette présentation reprend les résultats du papier HiPNet.

Pour ces tests, il y a des points de mesures end-points (débit et one-way delay) et des mesures réseaux (L4S).

Suite à la présentation, nous avons discuté de la possibilité de rejouer le trafic CG pour voir l'impact vs ce qui était attendu et comparer les résultats avec la solution iperf3.

PA UTT/Loria : Voir si les traces CG peuvent être utilisées pour ces tests

Parmi les informations non mesurées actuellement, il serait intéressant de pouvoir mesurer séparément, par file d'attente, le nombre de paquets marqués ECN et le nombre de paquets droppés (actuellement, c'est le total des 2 files).

PA UTT/Montimage/Orange : Voir pour instrumenter ceci. Cela fait partie des travaux plus larges sur le monitoring LL. En P4, avec le code L4S réalisé par Orange, cela doit pouvoir s'adapter rapidement.

Parmi les évolutions/améliorations de L4S pour gérer ces flux, il est discuté de la possibilité de calculer le taux d'occupation d'un flux dans la file d'attente LL et de marquer en priorité ces flux (dans l'idée suggérée par le projet Pronto). On peut imaginer faire cela P4 ?

PA Bertrand : Voir possibilité d'intégrer ce fonctionnement en P4.

Enfin, en possible contre-mesure à un flux malveillant de type « no paced », il est discuté de faire une VNF qui referait du pacing du flux « no paced » (un peu équivalent à un traffic shaper).



### **Présentation du modèle d'orchestration : Hichem**

Hichem présente les derniers avancements de son modèle d'orchestration et les premiers résultats obtenus pour la valider avec Cplex.

Hichem rappelle la différence entre micro-services et services et mentionne que pour les micro-services, il est important de prendre en compte la notion de machines et notamment, le déploiement de plusieurs micro-services sur une même machine pour contrainte de latence et que, par exemple, certains composants doivent être ensemble et ne peuvent pas être déployés sur 2 serveurs différents.

Suite à discussion, il faut adapter le modèle pour mieux décrire l'environnement des micro-services pour savoir si un micro-service tourne en P4, en VNF ou les 2.

Il serait intéressant aussi de spécifier le temps de traitement ainsi que la mémoire nécessaires par micro-services.

Concernant la restructuration dynamique, une étude pourrait être faire sur la possibilité d'intégrer la restructuration dynamique en prenant en compte l'infrastructure vs le déploiement avec la restructuration orchestrateur classique.

Hichem présente des premiers résultats de validation, qui sont dans cette première phase principalement des résultats d'analyse de base, sans forcément de réelles représentations ou liens avec MOSAICO, mais ces analyses prouvent que le modèle semble cohérent.

### **Présentation de la détection du trafic Cloud Gaming vs les autres applications : Philippe**

Philippe présente son étude sur l'analyse du comportement réseau du trafic Cloud Gaming versus d'autres types de trafic (vidéo streaming, live video et visio).

L'objectif est d'analyser les features caractéristiques des applis CG et de pouvoir identifier ensuite ces applis des autres trafics. Ces features sont par exemples la moyenne/variance des tailles des paquets, de l'IAT, etc.

Pour cela, il a évalué différentes solutions de Machine Learning (Random Forest, Decision Tree) ou simplement un classifieur sur seuils.

Il a obtenu de très résultats avec les différentes solutions et même avec une solution très simple permettant simplement de comparer la valeur d'un feature (par ex taille paquet montant) par rapport à un seuil.

Cette information est intéressante car nous pourrions ainsi implémenter 2 solutions, 1 en VNF avec une solution ML assez évoluée et 1 en P4 avec une solution simple (classifieur ou Decision Tree, qui est aussi assez simple). Cela permettrait d'avoir une implémentation aux 2 niveaux (P4 et VNF) d'un même composant comme proposé au début du projet. Ensuite, suivant les



contraintes de services ou de réseaux, l'orchestrateur pourrait déployer l'une ou l'autre dans le niveau choisi.

Si on y ajoute le module d'extraction des features, on pourrait avoir les 3 combinaisons : les 2 composants en P4, les 2 en VNF ou 1 en P4 et 1 en VNF. Des discussions ont eu lieu sur les très bonnes performances du modèle. En effet, Philippe apprend le modèle avec les conditions réseaux normales et l'évalue avec les conditions réseaux perturbés. Mais comme la perturbation est faite avec NetEm, peut-être que ces perturbations sont trop régulières (en % de loss, delay) et donc que les valeurs mean, variance des patterns aussi régulières et au final peu différentes de celle des conditions normales.

Il faudrait aussi tester le modèle avec plus de datasets pour voir les résultats sont toujours les mêmes et bons.

Il faudrait aussi voir si le fait que le dataset ne soit pas équilibré (5 fois plus de trafic CG que des autres) n'a pas un impact.

Actuellement, l'échantillonnage a lieu chaque seconde pour calculer les valeurs moyennes, variances, etc. Il serait intéressant de tester le modèle avec un échantillonnage plus court (par ex 100ms ou 200ms). Cela permettrait de détecter plus rapidement ce trafic CG et d'appliquer ainsi le routage/file d'attente LL pour ce trafic plus rapidement.

Par contre, une détection trop précoce pourrait aboutir à des faux-positifs. Il faudrait évaluer si c'est mieux d'avoir moins de vrais positifs pour CG et peu de faux-positifs pour autres (intuitivement) ou l'inverse vs L4S (remplissage taille file L4S).

PA Philippe : Tester le modèle avec les différentes configurations discutées.

PA Orange/Loria : Voir pour raffiner le modèle et échanger sur les implémentations possibles en P4. Le Loria annonce qu'ils ont déjà une version préliminaire d'un programme P4 pour l'extraction des features. Thibault doit envoyer le code à Bertrand.

### **Présentation de la plate-forme de Cloud Gaming locale : Xavier**

Xavier est en train de développer des composants permettant d'avoir une PF de Cloud Gaming locale, maîtrisée. Cette PF permet de faire tourner un jeu sur un PC Linux et d'y jouer à distance sur un autre PC.

Cette PF nous permettra d'avoir un contrôle complet sur la chaîne et donc de pouvoir modifier WebRTC, les piles réseaux ou les codecs pour prendre en compte Accurate ECN ou d'autres évolutions.

Le déport vidéo (streaming vidéo en RTP) du jeu se passe bien et le joueur peut interagir avec les commandes souris/claviers comprises par le programme et remontées au serveur (en UDP au format JSON).

Pour la transmission vidéo du jeu, sur le serveur, la chaîne de traitement est : Capture Ecran, conversion RGB en YUV, encodage H264, packetisation NAVI, envoi sur RTP. Côté client, on a : réception RTP, décodeur H264, affichage.



Pour la gestion des actions du joueur, sur le serveur, c'est un module X11 qui interprète les commandes reçues (déplacement souris, etc.)

Actuellement, le jeu sur le serveur est lancé avec l'option graphique (donc nécessite d'avoir un écran). Il faudra voir si c'est possible de le lancer dans un display virtuel.

Concernant ECN, il y a eu des travaux il y a plusieurs années d'ECN sur RTP. Il faudrait voir si cela est efficace ou pas et si cela est toujours d'actualité. Il faut aussi étudier si Accurate ECN avec RTP est pertinent ou pas.

### **Discussion sur les traces CG**

Les traces de Cloud Gaming capturées par le Loria pourraient servir de trafic de références pour nos tests/évaluations.

Une piste est d'utiliser ce trafic pour des flux LL et voir l'impact quand on génère des flux malveillants sur trafic classique. Mais cela ne sera peut-être pas aussi évident car dans les traces il n'y a pas de gestion ECN, donc le serveur ne s'adaptera pas aux détections de flag ECN.

PA UTT/Loria : Voir si les traces CG peuvent être utilisées pour ces tests

Il est aussi envisager de tester les PF de CG sur des à réseaux capacités variables. Orange pourrait tester sur des réseaux 4G réels et faire ces traces en utilisant les abonnements Loria. On peut aussi imaginer coupler cela avec mahimahi. On peut aussi tester ces PFs avec des réseaux mobiles (Wifi, 4G) et des terminaux mobiles. Ensuite, ces traces pourraient être injectées dans le modèle de Philippe pour l'évaluer dans ces conditions et éventuellement améliorer ce modèle

PA Orange : Faire cette campagne de tests

PA Orange/Loria : Echanger sur le modèle IA

