

COMMUNIQUE DE PRESSE



Département de Recherche en
Ingénierie des Véhicules pour l'Environnement

Nevers, le 16 mai 2024

Le Laboratoire DRIVE participe fortement la sécurité du véhicule connecté au sein projet ANR/FNR 5G-INSIGHT

Le projet ANR/FNR 5G-INSIGHT constitue une collaboration internationale regroupant des partenaires en France et au Luxembourg, visant principalement à sécuriser les réseaux 5G pour les applications véhiculaires. Lancé en avril 2021, ce projet arrivera à son terme en septembre 2024, avec des résultats valorisés et diffusés à divers niveaux. Dans la suite de ce document, nous aborderons les objectifs du projet ainsi que les réalisations accomplies au sein du laboratoire DRIVE de l'université de Bourgogne. Nous convions chaleureusement ceux qui souhaitent découvrir nos réalisations à nous rejoindre en septembre prochain.

Objectifs du projet de manière globale



Les premières antennes 5G sont déjà posées dans quelques villes en France avec déjà une offre de premiers modèles de smartphones 5G sur le marché. Cette technologie représente aussi le moyen le plus efficace pour connecter son véhicule, mais ce sera aussi le moyen de le faire communiquer avec d'autres véhicules ou avec une infrastructure routière.

Le véhicule connecté et plus particulièrement autonome nécessite que cette communication soit la plus précise et la plus efficace et les avantages de la 5G pour y parvenir sont multiples puisqu'elle offre à la fois un débit qui est au moins 10 fois plus important que celui de la 4G, un taux de latence pratiquement nul permettant une communication instantanée et une meilleure densité d'utilisation permettant donc à un nombre important d'utilisateurs se trouvant dans un petit espace géographique de profiter pleinement des capacités réseau sans risque de saturation. Cependant, cette connectivité rend nos véhicules vulnérables aux cyberattaques qui peuvent être plus puissantes, surtout si elles sont combinées à des attaques internes, qui ne sont déjà pas faciles à détecter. Dans ce contexte, le projet 5G-INSIGHT vise à combler cette lacune en mettant en place des mécanismes de sécurité inédits allant de la détection des attaques à leur atténuation en s'appuyant sur les nouveaux outils et paradigmes tels que l'apprentissage machine et les Blockchains, tout en considérant le cas spécifique mais très sensible (en termes de sécurité) des zones transfrontalières (c'est-à-dire le cas du passage de la frontière France-Luxembourg).

Participation du laboratoire au projet

Dans le cadre de ce projet, le laboratoire DRIVE a entrepris des travaux de recherche visant à explorer et à proposer des méthodes basées sur l'intelligence artificielle, en particulier sur l'apprentissage automatique, dans le but d'améliorer la sécurité et la robustesse des réseaux véhiculaires 5G. Ces recherches sont intégrées dans deux thèses de doctorat, portées respectivement par Shajjad Hossain et Taki Djaidja.

Le domaine de l'Intelligence Artificielle (IA) suscite un intérêt croissant tant dans le milieu universitaire que dans l'industrie, en particulier en ce qui concerne son application pour contrer les menaces de cyberattaques. Les réseaux neuronaux, en particulier, ont montré des promesses dans ce contexte, bien que les solutions basées sur l'IA soient accompagnées de défis significatifs. Ces défis sont principalement liés à l'efficacité et à l'efficacité des systèmes de détection d'intrusions. D'une part, il est crucial que ces systèmes détectent avec précision les menaces, tandis que d'autre part, ils doivent être efficaces en termes de temps et détecter les menaces de manière précoce.

Dans le cadre de nos travaux de recherche menés lors de la thèse de Taki, soutenue en début 2024, nous avons exploré des techniques de pointe en apprentissage, notamment l'apprentissage profond, en intégrant des réseaux neuronaux récurrents et des mécanismes d'attention. Ces nouvelles techniques ont été utilisées de manière novatrice pour améliorer l'efficacité et l'efficacité des systèmes de détection d'intrusions, conduisant au développement d'un modèle proactif capable de détecter le trafic réseau anormal dès les premiers signes d'une attaque.

Dans les travaux de Shajjad, nous nous sommes particulièrement intéressés au concept de tranchage du réseau 5G (en anglais, *network slicing*), qui implique la partition du réseau physique en plusieurs réseaux virtuels pour répondre à différentes contraintes. Chaque tranche du réseau possède ses propres caractéristiques de performance et de sécurité. Cependant, déployer un modèle de détection d'intrusions par tranche peut s'avérer gourmand en ressources de calcul. Nous avons donc exploré le concept de distillation de connaissances (en anglais, *Knowledge Distillation*), qui vise à transférer les connaissances d'un modèle plus complexe (le modèle enseignant) à un modèle plus simple (le modèle étudiant), permettant ainsi au modèle étudiant d'atteindre des performances supérieures. Cette approche rend les modèles de détection d'intrusions beaucoup plus légers, facilitant leur déploiement dans les tranches du réseau 5G-V2X.





Ces initiatives représentent des avancées dans la recherche visant à développer des modèles de sécurité réseau intelligents et matures, capables de garantir la sécurité des réseaux 5G et au-delà de manière autonome. Les résultats prometteurs obtenus lors de ces projets constituent des preuves de concept, et leur déploiement à grande échelle nécessite l'accès à des données réelles en quantité suffisante, un défi sur lequel nous nous pencherons dans nos futurs travaux de recherche.

Dissémination des résultats dans des conférences et journaux internationaux

1. T. Djaidja, B. Brik, A. Boualouache, SM. Senouci, Y. Ghamri-Doudane, "Time-efficient Detection of False Position Attack in 5G and Beyond Vehicular Networks", Accepted in Computer Networks (Elsevier), 2024.



2. T. Djaidja, B. Brik, A. Boualouache, SM. Senouci, Y. Ghamri-Doudane, "Federated Learning for 5G and Beyond, a Blessing and a Curse- An Experimental Study on Intrusion Detection Systems", *Computers & Security*, 2024, 103707, ISSN 0167-4048, <https://doi.org/10.1016/j.cose.2024.103707>.
3. A. Boualouache, B. Brik, S. -M. Senouci and T. Engel, "On-Demand Security Framework for 5GB Vehicular Networks," in *IEEE Internet of Things Magazine*, vol. 6, no. 2, pp. 26-31, June 2023, doi: 10.1109/IOTM.001.2200233.
4. A. Boualouache, B. Brik, Q. Tang, A. Amara Korba, S. Cherrier, S.M. Senouci, E. Pardo, Y. Ghamri-Doudane, R. Langar, and T. Engel, "5G Vehicle-to-Everything at the Cross-Borders: Security Challenges and Opportunities," in *IEEE Internet of Things Magazine*, vol. 6, no. 1, pp. 114-119, March 2023, doi: 10.1109/IOTM.001.2200140.
5. A. Boualouache, S.M. Senouci, B. Brik, S. Hossain, Q. Tang, A. Amara Korba, R. Langar, S. Cherrier, B. Boussalem, V. F. Silva, Y. Ghamri-Doudane, and T. Engel, "Sécurité des communications 5G véhiculaires (5G-V2X) dans un contexte transfrontalier", *REE* 2023, 25 mai 2023.
6. I. El-Korbi, S.-M. Senouci, F. Abdurahman, "Véhicule connecté : Environnement, Architectures et Défis", *REE* 2023, 25 mai 2023.
7. F. Abdurahman Shewajo, A. Boualouache, SM. Senouci, I. El Korbi B. Brik, K. A. Fante", "Integrating Blockchain Technology with PKI for Secure and Interoperable Communication in 5G and Beyond Vehicular Networks", *IEEE CCNC'2024*, 6–9 January 2024 // Las Vegas, NV, USA.
8. A. Boualouache, A. Amara Korba, S.M. Senouci, Y. Ghamri-Doudane, and T. Engel, "Reinforcement Learning-based Security Orchestration for 5G-V2X Network Slicing at Cross-borders", *IEEE Globecom 2023*, Kuala Lumpur, Malaysia, from 4 to 8 December 2023.
9. A. Amara Korba, A. Boualouache, B. Brik, R. Rahal, Y. Ghamri-Doudane, SM. Senouci, "Federated Learning for Zero-Day Attack Detection in 5G and Beyond V2X Networks", *IEEE ICC2023*, 28 May – 01 June 2023, Roma, Italy.
10. S. Hossain, A. Boualouache, B. Brik, SM. Senouci, "A Lightweight 5G-V2X Intra-slice Intrusion Detection System Using Knowledge Distillation", *IEEE ICC'2023*, 28 May – 01 June 2023, Roma, Italy.
11. T. Djaidja, B. Brik, A. Boualouache, S-M. Senouci, Y. Ghamri-Doudane, « DRIVE-B5G: A Flexible and Scalable Platform Testbed for B5G-V2X Networks », *IEEE Globecom 2022*, Rio de Janeiro, Brazil, 4 – 8 december 2022.
12. A. Selamnia, S-M. Senouci, B. Brik, A. Boualouache, S. Hossain, « Edge Computing-enabled Intrusion Detection for C-V2X Networks using Federated Learning », *IEEE Globecom 2022*, Rio de Janeiro, Brazil, 4 – 8 december 2022.
13. A. Boualouache, T. Djaidja, SM. Senouci, Y. Ghamri-Doudane, B. Brik, T. Engel, "Deep Learning-based Intra-slice Attack Detection for 5G-V2X Sliced Networks", *IEEE VTC2022-Spring*, Helsinki, Finland, 9 - 22 June 2022.
14. T. Djaidja, B. Brik, SM. Senouci, Y. Ghamri-Doudane, "Adaptive Resource Reservation to Survive Against Adversarial Resource Selection Jamming Attacks in 5G NR-V2X Distributed Mode 2", *IEEE ICC'2022*, Seoul, Korea, 16-20 mai 2022

Partenaires du projet ANR/FNR 5G-INSIGHT

| Pays | Institution | Logos |
|------------|-------------|--|
| France | UGE |  |
| France | UBFC |  |
| France | ULR |  |
| Luxembourg | UNILU |  |

| | | | |
|------------|------|--|---|
| Luxembourg | LIST | LUXEMBOURG INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY | LIST  |
|------------|------|--|---|

Financiers

| Pays | Institution | Logos |
|------------|-------------|---|
| France | ANR |  agence nationale de la recherche |
| Luxembourg | FNR |  Luxembourg National Research Fund |