

# THÈSE DE DOCTORAT DE

L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE  
MINES-TÉLÉCOM ATLANTIQUE BRETAGNE  
PAYS DE LA LOIRE – IMT ATLANTIQUE

ÉCOLE DOCTORALE N° 648

*Sciences pour l'Ingénieur et le Numérique*

Spécialité : *Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication*

Par

**Léo LAVAU**

## Apprentissage Fédéré pour la Détection Collaborative d'Intrusions

Thèse présentée et soutenue à Rennes, le XX septembre 2024

Unité de recherche : IRISA (UMR 6074), SOTERN

### Rapporteurs avant soutenance :

Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice
Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice
Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice

### Composition du Jury :

*Attention, en cas d'absence d'un des membres du Jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer quelle est conforme et devra être répercutée sur la couverture de thèse*

Président :	Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice (à préciser après la soutenance)
Examineurs :	Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice
	Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice
	Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice
	Fabien AUTREL	Ingénieur de recherche à IMT Atlantique
Dir. de thèse :	Marc-Oliver PAHL	Directeur d'étude à IMT Atlantique
	Yann BUSNEL	Directeur de la Recherche et de l'Innovation (DRI) à IMT Nord Europe

### Invité(s) :

Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice
------------	--------------------------------------



# ABSTRACTS

---



# ACKNOWLEDGEMENTS

---



# TABLE OF CONTENTS

---

Abstracts	i
Acknowledgements	iii
Table of Contents	vi
List of Figures	vii
<b>I Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>3</b>
1.1 Context and Motivation . . . . .	3
1.2 Research Objectives . . . . .	3
1.3 Contributions . . . . .	3
1.4 Outline . . . . .	3
<b>2 Preliminaries</b>	<b>5</b>
<b>II Federated Learning to build CIDSs</b>	<b>7</b>
<b>3 State of the Art</b>	<b>9</b>
3.1 Introduction and Motivation . . . . .	9
3.2 Methodology . . . . .	11
3.2.1 Research Questions . . . . .	11
3.2.2 Search and Selection Process . . . . .	11
3.2.3 Data Extraction and Analysis . . . . .	14
3.3 Quantitative Analysis . . . . .	16
3.3.1 Evolution of the Topic . . . . .	16
3.3.2 Relevant Venues . . . . .	16
3.3.3 Active Groups . . . . .	16
3.3.4 Topics of Interest . . . . .	16
3.4 Qualitative Analysis . . . . .	16
3.4.1 Structuring the Literature . . . . .	16
3.4.2 Federated Learning for Intrusion Detection . . . . .	16

3.5	Discussion . . . . .	16
3.5.1	Limitations of this Study . . . . .	16
3.5.2	Open Issues and Future Directions . . . . .	16
3.6	Related Work . . . . .	16
3.7	Conclusion . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Application – FIDSs Performance and Limitations</b>	<b>21</b>
<b>III</b>	<b>Quantifying the Limitations of FIDSs</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Studying Heterogeneity in Distributed Intrusion Detection with Topology Generation</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>Assessing the Impact of Label-Flipping Attacks on FL-based IDSs</b>	<b>27</b>
<b>IV</b>	<b>Providing Solutions</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Model Quality Assessment for Reputation-aware Collaborative Federated Learning</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>Solutions for the Future of FIDSs</b>	<b>33</b>
<b>V</b>	<b>Conclusion</b>	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>Conclusion</b>	<b>37</b>
	<b>Bibliography</b>	<b>39</b>
	<b>Glossary</b>	<b>39</b>
	<b>Appendices</b>	<b>39</b>
A	Résumé en français de la thèse . . . . .	39



# LIST OF FIGURES

---

3.1	Search and selection processes . . . . .	12
3.2	Updated selection process. . . . .	14

PART I

# Introduction

---



# INTRODUCTION

---

## 1.1 Context and Motivation

## 1.2 Research Objectives

## 1.3 Contributions

## 1.4 Outline





PART II

# Federated Learning to build CIDSs

---









PART III

# Quantifying the Limitations of FIDSs

---







PART IV

# Providing Solutions

---









PART V

# Conclusion

---





# APPENDICES

---

## A Résumé en français de la thèse







**Titre :** titre (en français).....

**Mot clés :** de 3 à 6 mots clefs

**Résumé :** Eius populus ab incunabulis primis ad usque pueritiae tempus extremum, quod annis circumcluditur fere trecentis, circummura pertulit bella, deinde aetatem ingressus adultam post multiplices bellorum aerumnas Alpes transcendit et fretum, in iuvenem erectus et virum ex omni plaga quam orbis ambit inensus, reportavit laureas et triumphos, iamque vergens in senium et nomine solo aliquotiens vincens ad tranquilliora vitae discessit. Hoc immaturo interitu ipse quoque sui pertaesus excessit e vita aetatis nono anno atque vicensimo cum quadriennio imperasset. natus apud Tuscos in Massa Vaternensi, patre Constantio Constantini fratre imperatoris, matreque Galla. Thalassius vero

ea tempestate praefectus praetorio praesens ipse quoque adrogantis ingenii, considerans incitationem eius ad multorum augeri discrimina, non maturitate vel consiliis mitigabat, ut aliquotiens celsae potestates iras principum molliverunt, sed adversando iurgandoque cum parum congrueret, eum ad rabiem potius evibrabat, Augustum actus eius exaggerando creberrime docens, idque, incertum qua mente, ne lateret adfectans. quibus mox Caesar acrius efferatus, velut contumaciae quoddam vexillum altius erigens, sine respectu salutis alienae vel suae ad vertenda opposita instar rapidi fluminis irrevocabili impetu ferebatur. Hae duae provinciae bello quondam piratico catervis mixtae praedonum.

**Title:** titre (en anglais).....

**Keywords:** de 3 à 6 mots clefs

**Abstract:** Eius populus ab incunabulis primis ad usque pueritiae tempus extremum, quod annis circumcluditur fere trecentis, circummura pertulit bella, deinde aetatem ingressus adultam post multiplices bellorum aerumnas Alpes transcendit et fretum, in iuvenem erectus et virum ex omni plaga quam orbis ambit inensus, reportavit laureas et triumphos, iamque vergens in senium et nomine solo aliquotiens vincens ad tranquilliora vitae discessit. Hoc immaturo interitu ipse quoque sui pertaesus excessit e vita aetatis nono anno atque vicensimo cum quadriennio imperasset. natus apud Tuscos in Massa Vaternensi, patre Constantio Constantini fratre imperatoris, matreque Galla. Thalassius vero

ea tempestate praefectus praetorio praesens ipse quoque adrogantis ingenii, considerans incitationem eius ad multorum augeri discrimina, non maturitate vel consiliis mitigabat, ut aliquotiens celsae potestates iras principum molliverunt, sed adversando iurgandoque cum parum congrueret, eum ad rabiem potius evibrabat, Augustum actus eius exaggerando creberrime docens, idque, incertum qua mente, ne lateret adfectans. quibus mox Caesar acrius efferatus, velut contumaciae quoddam vexillum altius erigens, sine respectu salutis alienae vel suae ad vertenda opposita instar rapidi fluminis irrevocabili impetu ferebatur. Hae duae provinciae bello quondam piratico catervis mixtae praedonum.