

Contents

Roadmap - Plan de réalisation du mémoire	2
Vue d'ensemble	2
Objectif principal	2
Question de recherche	2
Défis clés	2
Phase 1 : Familiarisation et recherche bibliographique	3
1.1 Lecture des articles fondamentaux	3
1.2 Recherche complémentaire	3
1.3 Documentation initiale	3
Phase 2 : Analyse et conception du système	4
2.1 Configuration RIPE Atlas	4
2.2 Conception de la stratégie de mesure	4
2.3 Architecture du système	5
2.4 Optimisation pour quotas RIPE	7
Phase 3 : Développement du prototype	7
3.1 Développement itératif	7
3.2 Développement analyses	8
3.3 Validation scientifique	8
Phase 4 : Collecte de données à grande échelle	9
4.1 Déploiement en production	9
4.2 Collecte de données	9
4.3 Gestion des données	9
Phase 5 : Analyse et rédaction du mémoire	10
5.1 Analyses approfondies	10
5.2 Évaluation du système	10
5.3 Structure du mémoire	10
5.4 Rédaction LaTeX	12
Phase 6 : Partage et diffusion des données	13
6.1 Conception de la structure de partage	13
6.2 Documentation des données	14
6.3 Conformité FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable)	14
6.4 Publication code source	14
Phase 7 : Préparation et défense du mémoire	15
7.1 Modalités de dépôt (Master 60)	15
7.2 Préparation de la présentation	15
7.3 Démonstration (optionnel)	17
7.4 Déroulement du jour J	17
7.5 Critères d'évaluation du jury	17
7.6 Checklist finale dépôt	17
Recommandations transversales	18
Gestion de projet	18
Communication scientifique	18
Éthique et intégrité académique	19
Checklist des livrables par phase	19
Phase 1 : Familiarisation	19
Phase 2 : Conception	20
Phase 3 : Développement	20
Phase 4 : Collecte	20

Phase 5 : Analyse et rédaction	20
Phase 6 : Partage données	20
Phase 7 : Dépôt et soutenance	21
Ressources et contacts	21
Ressources techniques	21
Contacts experts	21
Conférences et publications	21
Notes finales	21
Points de vigilance	21
Critères de succès	22
Contact et ressources UNamur	22
Encadrement académique	22
Ressources UNamur	22
Note de mise à jour	22

Roadmap - Plan de réalisation du mémoire

Titre : Mesures DNS dans l'espace et le temps **Auteur** : Olivier Gautier **Promoteurs** : Fl. Rochet - J. Dejaeghere **Co-promoteur** : Pierre Luyx **Programme** : Master 60 en Sciences Informatiques **Date de création** : 20 janvier 2026 **Dernière mise à jour** : 20 janvier 2026

Vue d'ensemble

Ce document présente la méthodologie complète et les étapes à suivre pour réaliser le mémoire sur les mesures DNS distribuées géographiquement et temporellement, en conformité avec les exigences du programme Master 60 de la Faculté d'Informatique de l'UNamur.

Objectif principal

Développer un **système d'archivage DNS** qui capture la diversité géographique des réponses DNS dans le temps, en utilisant la liste Tranco et RIPE Atlas, afin de fournir des données de recherche pour la simulation réseau.

Question de recherche

Question principale : Comment concevoir et déployer un système de mesures DNS distribuées géographiquement qui capture la diversité spatiale et temporelle des réponses DNS pour les domaines web les plus populaires ?

Questions secondaires : 1. Quelle proportion de domaines retourne des réponses DNS différentes selon la localisation géographique ? 2. Quelle est la stabilité temporelle des enregistrements DNS pour les domaines populaires ? 3. Comment optimiser l'utilisation des crédits RIPE Atlas pour maximiser la couverture géographique et temporelle ? 4. Comment structurer les données collectées pour faciliter leur exploitation par d'autres chercheurs ?

Défis clés

1. **Volume de données** : Gestion de millions de requêtes DNS
2. **Distribution géographique** : Mesures depuis différents points sur Terre via RIPE Atlas
3. **Optimisation** : Utilisation efficace des crédits RIPE Atlas disponibles

4. **Partage de données** : Concevoir une structure facilitant l'accès pour les chercheurs (conformité FAIR)
 5. **Éthique** : Éviter la surcharge des serveurs DNS et respecter les bonnes pratiques
-

Phase 1 : Familiarisation et recherche bibliographique

Durée estimée : 2-3 semaines

1.1 Lecture des articles fondamentaux

Article 1 - Infrastructure OpenINTEL van Rijswijk-Deij et al. (2016) - Infrastructure haute performance pour mesures DNS

Concepts clés à maîtriser : - Architecture en 3 étages (collecte, mesure, stockage) - Utilisation de LDNS pour la robustesse - Stratégie de distribution de charge (query pacing) - Format de stockage : Apache Avro → Parquet - Métriques de performance : 2 milliards de requêtes/jour - Impact minimal : 0.3-1.6% du trafic DNS global

Questions à explorer : - Comment adapter cette architecture pour des mesures géographiquement distribuées ? - Quelles optimisations sont possibles avec des contraintes de crédits RIPE ? - Comment réduire le volume de stockage sans perdre l'information critique ?

Article 2 - Liste Tranco Le Pochat et al. (2019) - Classement robuste de sites web

Concepts clés à maîtriser : - Problèmes des listes commerciales (instabilité, manipulation) - Méthode d'agrégation (Borda count, Dowdall rule) - Moyennage temporel (30 jours par défaut) - Filtres de qualité (réactivité, malveillance) - Amélioration de stabilité : 0.6% vs 50% de changement quotidien

Questions à explorer : - Quelle taille de liste Tranco utiliser ? (Top 1K, 10K, 100K, 1M ?) - Faut-il appliquer des filtres supplémentaires ? - Comment gérer les domaines non-réactifs ? - Quelle fréquence de mise à jour de la liste ?

1.2 Recherche complémentaire

Conférences à explorer (notes de Pierre) : - IEEE S&P, NDSS, USENIX Security (sécurité) - ACM SIGCOMM (réseaux)

Requêtes Scopus :

```
REFEID(2-s2.0-85170646912) AND CONFNAME(IEEE Symposium on Security and Privacy)
REFEID(2-s2.0-84976412290) AND CONFNAME(IEEE Symposium on Security and Privacy)
```

Recherches à effectuer : - Passive DNS : technologies existantes et coûts - ECS (EDNS Client Subnet - RFC 7871) : impact sur les mesures - Études récentes utilisant RIPE Atlas pour mesures DNS - Comparaison OpenINTEL vs autres infrastructures

1.3 Documentation initiale

Livrables : - Notes de lecture structurées dans `sources/` - Tableau comparatif des approches existantes - Liste des RFCs pertinents (DNS, DNSSEC, ECS, etc.) - Synthèse dans un notebook Jupyter : `notebooks/2026-01-XX_etat_art.ipynb`

Phase 2 : Analyse et conception du système

Durée estimée : 3-4 semaines

2.1 Configuration RIPE Atlas

Crédits disponibles : Crédits RIPE Atlas déjà obtenus

Actions : 1. **Planification utilisation des crédits** - Estimer la consommation par type de mesure - Définir priorités selon budget disponible - Planifier sur 3-6 mois de collecte

2. Configuration compte RIPE

- Vérifier solde de crédits actuel
- Configurer clés API
- Tester mesures pilotes

3. Validation éthique

- Documenter l'approche de mesure
- Confirmer conformité avec [Ethics of RIPE Atlas Measurements](#)
- Éviter surcharge serveurs DNS

2.2 Conception de la stratégie de mesure

2.2.1 Sélection des domaines Option 1 - Approche conservative : - Tranco Top 10K - Mise à jour hebdomadaire - ~10,000 domaines à mesurer

Option 2 - Approche équilibrée (recommandée) : - Tranco Top 100K - Mise à jour hebdomadaire - Filtres : réactivité HTTP, absence de malveillance - Estimation : ~80,000-90,000 domaines actifs

Option 3 - Approche ambitieuse : - Tranco Top 1M - Mise à jour mensuelle - Filtres stricts - Nécessite validation de faisabilité avec quotas RIPE

Décision à prendre : Basée sur les crédits RIPE disponibles et durée du projet

2.2.2 Types de requêtes DNS Requêtes minimales (OpenINTEL style) : - SOA (Start of Authority) - A (IPv4) - AAAA (IPv6) - NS (Name Servers) - MX (Mail Exchange)

Requêtes étendues (si crédits suffisants) : - TXT (SPF, DKIM, etc.) - DNSSEC : DS, DNSKEY, RRSIG - CAA (Certificate Authority Authorization)

Gestion ECS : - Utiliser option `+subnet=0/0` pour désactiver ECS si nécessaire - Documenter comportement ECS des résolveurs utilisés

2.2.3 Distribution géographique Stratégie de sélection des sondes RIPE :

Niveau 1 - Couverture continentale : - Europe : 20-30 sondes - Amérique du Nord : 15-20 sondes - Asie : 15-20 sondes - Amérique du Sud : 5-10 sondes - Afrique : 5-10 sondes - Océanie : 5-10 sondes

Niveau 2 - Diversité AS : - Sélectionner sondes de différents ASN (Autonomous Systems) - Éviter concentration chez un seul fournisseur - Viser 50-100 ASN distincts

Niveau 3 - Vérification Geo-IP : - Valider localisation des sondes avec MaxMind ou autre base Geo-IP - Documenter précision de localisation

2.2.4 Fréquence des mesures **Option conservative** : - Quotidienne pour domaines critiques (Top 1K) - Hebdomadaire pour reste de la liste - Permet détection rapide des changements

Option équilibrée (recommandée) : - Mesure complète hebdomadaire - Rotation quotidienne par sous-ensemble (1/7 de la liste) - Compromis entre fraîcheur et consommation de crédits

Option économique : - Mesure hebdomadaire uniquement - Focus sur stabilité temporelle plutôt que réactivité

2.3 Architecture du système

2.3.1 Composants principaux

Système de mesure DNS

Input Manager Récupération Tranco, mise à jour liste

Measurement Orchestration mesures RIPE Atlas
Orchestrator • Création mesures
 • Monitoring progression
 • Gestion erreurs

Data Collector Récupération résultats
 • Polling API RIPE
 • Validation données

Storage Layer Stockage multi-niveaux
 • Raw : JSON/Avro
 • Processed : Parquet
 • Metadata : SQLite/PostgreSQL

Analysis Layer Outils d'analyse
 • Pandas/Polars
 • Jupyter notebooks
 • Visualisations

2.3.2 Technologies recommandées **Langage** : Python 3.11 - Ecosystème riche pour DNS et data science - Bibliothèques RIPE Atlas natives - Déjà configuré dans l'environnement Docker

Bibliothèques clés :

```
# Mesures RIPE Atlas
ripe.atlas.cousteau # API pour créer mesures
ripe.atlas.sagan    # Parsing résultats
```

```

ripe.atlas.tools      # Outils CLI

# DNS
dnspython             # Manipulation DNS

# Data processing
pandas                # DataFrames
polars                # Alternative haute performance
pyarrow               # Format Parquet

# Storage
sqlite3               # Metadata légère
sqlalchemy             # ORM si besoin PostgreSQL
h5py                  # HDF5 pour time-series

# Analysis
numpy, scipy          # Calculs scientifiques
matplotlib, seaborn   # Visualisations

```

Format de stockage :

Niveau 1 - Raw data : - JSON (résultats bruts RIPE Atlas) - Un fichier par mesure ou par jour - Compression gzip - Archivage dans `data/raw/YYYY/MM/DD/`

Niveau 2 - Processed data : - Apache Parquet (colonnes : timestamp, domain, probe_id, response_type, response_data, latency, etc.) - Partitionnement par date et type de requête - Stockage dans `data/processed/`

Niveau 3 - Metadata : - SQLite pour développement - PostgreSQL pour production (si besoin) - Tables : domains, probes, measurements, errors

2.3.3 Workflow de mesure

1. Input Update (quotidien/hebdomadaire)
 - > Téléchargement nouvelle liste Tranco
 - > Calcul delta (nouveaux/supprimés domaines)
 - > Filtrage (réactivité, malveillance)
2. Measurement Planning
 - > Sélection domaines à mesurer (rotation si nécessaire)
 - > Sélection sondes RIPE (distribution géo + AS)
 - > Création spécifications mesures
3. Measurement Execution
 - > Soumission mesures via API RIPE Atlas
 - > Récupération IDs de mesures
 - > Monitoring progression (polling status)
4. Data Collection
 - > Récupération résultats (API ou streaming)
 - > Validation intégrité
 - > Stockage raw data

5. Data Processing

- > Parsing résultats JSON
- > Extraction champs pertinents
- > Conversion Parquet
- > Indexation metadata

6. Analysis & Reporting

- > Métriques quotidiennes/hebdomadaires
- > Détection anomalies
- > Visualisations
- > Rapports automatiques

2.4 Optimisation pour quotas RIPE

Stratégies d'optimisation :

- Réutilisation de mesures existantes**
 - Vérifier mesures publiques RIPE existantes
 - S'abonner aux résultats plutôt que créer nouvelles mesures
- Mesures one-off vs built-in**
 - One-off : mesures ponctuelles (moins de crédits)
 - Built-in : mesures récurrentes (monitoring long-terme)
 - Choix selon durée projet et besoins
- Limitation du nombre de sondes**
 - Trouver équilibre couverture géo vs coût
 - Analyse statistique pour déterminer nombre minimal significatif
- Batch processing**
 - Regrouper domaines similaires dans une mesure
 - Réduire overhead API
- Mesures DNS natives**
 - Utiliser résolveurs sondes plutôt que requêtes directes
 - Potentiellement moins de crédits

Livrables : - Document d'architecture : `docs/architecture.md` - Diagrammes UML/C4 dans `docs/diagrams/` - Estimation budgétaire crédits RIPE - Planning de mesures sur 6-12 mois

Phase 3 : Développement du prototype

Durée estimée : 4-6 semaines

3.1 Développement itératif

Itération 1 - Proof of Concept (Semaine 1-2) **Objectifs :** - Tester API RIPE Atlas avec mesures manuelles - Valider stockage et parsing de résultats - Mesurer 100-1000 domaines depuis 10-20 sondes

Scripts à développer :

```
scripts/  
  01_fetch_tranco.py      # Téléchargement liste Tranco  
  02_filter_domains.py    # Filtrage domaines
```

```
03_create_measurement.py # Création mesure RIPE
04_collect_results.py    # Récupération résultats
05_store_data.py         # Stockage Parquet
```

Validation : - Mesures complètes sans erreurs - Données stockées correctement - Temps d'exécution acceptable - Consommation crédits conforme

Itération 2 - Orchestration (Semaine 3-4) **Objectifs** : - Automatiser workflow complet - Gérer erreurs et retry - Monitoring et logging - Mesurer 10K-50K domaines

Composants : - Orchestrateur principal : `scripts/orchestrator.py` - Configuration : `config.yaml` (domaines, sondes, fréquence) - Logging : `loguru` vers fichiers rotatifs - Monitoring : Métriques temps réel (`tqdm`, `rich`)

Fonctionnalités : - Reprise après erreur - Parallélisation si possible - Rate limiting API - Alertes (email/Slack) en cas d'échec

Itération 3 - Optimisation et scalabilité (Semaine 5-6) **Objectifs** : - Optimiser consommation mémoire - Accélérer traitement - Scale à liste complète (100K-1M domaines)

Optimisations : - Streaming processing (éviter chargement complet en mémoire) - Parallélisation I/O et calculs - Compression agressive - Cache intelligent

Tests de charge : - Mesure temps d'exécution par taille de liste - Profiling Python (`cProfile`, `memory_profiler`) - Identification goulots d'étranglement

3.2 Développement analyses

Notebooks d'analyse (dans `notebooks/`) :

1. **Analyse exploratoire**

- `2026-XX-XX_exploration_donnees.ipynb`
- Distribution géographique des réponses
- Types d'enregistrements par domaine
- Latences par région

2. **Analyse temporelle**

- `2026-XX-XX_evolution_temporelle.ipynb`
- Stabilité des réponses DNS dans le temps
- Fréquence des changements d'IP
- Durée de vie TTL observée vs théorique

3. **Analyse géographique**

- `2026-XX-XX_diversite_geo.ipynb`
- Variabilité des réponses par localisation
- CDN detection (même domaine → IPs différentes)
- Anycast vs Unicast

4. **Métriques qualité**

- `2026-XX-XX_qualite_donnees.ipynb`
- Taux de réussite des mesures
- Erreurs DNS (NXDOMAIN, SERVFAIL, TIMEOUT)
- Couverture géographique effective

3.3 Validation scientifique

Cas d'usage de validation :

1. **Étude CDN (style OpenINTEL)**
 - Identifier domaines utilisant CDN
 - Comparer réponses géographiques
 - Validation avec services connus (Cloudflare, Akamai, etc.)
2. **Évolution infrastructure mail**
 - Tracking MX records dans le temps
 - Migration vers cloud email (Google, Microsoft, Yahoo)
 - Adoption SPF/DKIM/DMARC
3. **Déploiement DNSSEC**
 - Mesure progression DNSSEC par TLD
 - Validation signatures
 - Corrélation avec sécurité domaine

Livrables : - Code source documenté dans `scripts/` - Tests unitaires : `tests/` - Notebooks d'analyse dans `notebooks/` - Rapport intermédiaire : `reports/2026-XX-XX_validation_prototype.pdf`

Phase 4 : Collecte de données à grande échelle

Durée estimée : 8-12 semaines (peut se chevaucher avec Phase 5)

4.1 Déploiement en production

Environnement : - Serveur dédié ou machine virtuelle (24/7) - Alternative : Utiliser GitHub Actions / GitLab CI pour mesures régulières - Backup automatique des données

Configuration finale : - Liste Tranco : Top 100K (ou selon validation Phase 3) - Sondes RIPE : 50-100 sondes (distribution optimale) - Fréquence : Hebdomadaire (ou rotation quotidienne) - Types de requêtes : A, AAAA, NS, MX, SOA minimum

Monitoring continu : - Dashboard temps réel (Grafana + InfluxDB optionnel) - Logs centralisés - Alertes automatiques - Rapports hebdomadaires automatiques

4.2 Collecte de données

Durée minimale recommandée : 3 mois **Durée idéale** : 6-12 mois

Métriques à suivre : - Nombre de domaines mesurés par semaine - Nombre de mesures réussies vs échouées - Crédits RIPE consommés - Volume de stockage - Anomalies détectées

Points de contrôle qualité : - Validation échantillon aléatoire chaque semaine - Vérification cohérence temporelle - Détection outliers - Comparaison avec sources externes si disponibles

4.3 Gestion des données

Backup strategy : - Backup quotidien incrémental - Backup hebdomadaire complet - Stockage redondant (local + cloud : Google Drive, OneDrive, etc.) - Vérification intégrité (checksums MD5/SHA256)

Stockage estimé (pour référence OpenINTEL: 240GB/jour pour .com) : - Top 10K domaines : ~1-5 GB/semaine - Top 100K domaines : ~10-50 GB/semaine - Top 1M domaines : ~100-500 GB/semaine - Compression : facteur 3-5x

Livrables : - Dataset de mesures DNS (raw + processed) - Metadata complet (timestamp, sondes, domaines) - Rapports hebdomadaires de monitoring - Log complet des opérations

Phase 5 : Analyse et rédaction du mémoire

Durée estimée : 6-8 semaines

5.1 Analyses approfondies

5.1.1 Analyse de la diversité géographique Questions de recherche : - Quelle proportion de domaines retourne des IPs différentes selon la localisation ? - Quels TLDs/providers utilisent le plus de géo-localisation ? - Corrélation entre taille du domaine (ranking Tranco) et utilisation CDN ?

Méthodes : - Clustering des réponses par domaine - Calcul distance géographique IP vs sonde - Visualisations cartographiques (Folium, Plotly)

5.1.2 Analyse de la stabilité temporelle Questions de recherche : - Quelle est la durée de vie réelle des enregistrements DNS ? - Fréquence des migrations infrastructure ? - Prédicibilité des changements (patterns temporels) ?

Méthodes : - Time-series analysis - Change detection algorithms - Survival analysis (durée de vie IP)

5.1.3 Comparaison avec état de l'art Benchmarks : - Comparer avec OpenINTEL (si données accessibles) - Comparer avec Passive DNS commercial (si budget) - Valider hypothèses contre DNS publics connus

5.2 Évaluation du système

Métriques de performance : - Débit de mesures (domaines/heure) - Latence de collecte (soumission → résultats) - Efficacité crédits RIPE (domaines/crédit) - Couverture géographique atteinte - Taux de succès des mesures

Comparaison objectifs initiaux : - Objectif vs réalisé (tableau comparatif) - Limitations rencontrées - Optimisations appliquées

5.3 Structure du mémoire

Conformité : Structure conforme au Guide du mémoire UNamur et template LaTeX fourni. **Format :** Maximum 100 pages (hors annexes), recto-verso, police Atkinson Hyperlegible.

Éléments préliminaires Page de garde (template fourni) : - Titre du mémoire - Auteur : Olivier Gautier - Diplôme : Master 60 en Sciences Informatiques - Année académique : 2025-2026 - Promoteur : Fl. Rochet - Co-promoteurs : J. Dejaeghere - Pierre Luyck - Signature promoteur pour accord de dépôt

Remerciements : - Personnes ayant contribué au travail - Promoteurs, collègues, RIPE Atlas team, etc.

Résumé et Abstract : - Maximum ½ page chacun (1 page au total) - Résumé en français - Abstract en anglais - Mots-clés / Keywords (3-5 termes)

Table des matières : - Générée automatiquement par LaTeX - Numérotation limitée à 3 niveaux (ex: 2.1.1)

Glossaire/Acronymes (optionnel) : - DNS, CDN, TLD, DNSSEC, ECS, etc.

Chapitre 1 : Introduction (2-3 pages) **Contenu obligatoire :** - Définition claire de l'objet du travail - Mise en contexte de la problématique étudiée - **Question de recherche explicite** - Méthode de travail, outils et sources utilisés - Présentation brève du cheminement du travail (structure)

Éléments spécifiques : - Contexte : importance mesures DNS pour recherche en sécurité/réseaux - Motivation : limites des approches existantes (coût Passive DNS, centralisation OpenINTEL) - Objectif : système accessible et reproductible - Contribution originale et personnelle

Chapitre 2 : État de l'art **Contenu obligatoire :** - État des connaissances existantes sur le sujet - **Justification de la problématique** (pertinence et intérêt) - **Synthèse** (pas un catalogue de références) - Esprit critique : forces/faiblesses des approches

Organisation : - Toujours un paragraphe introductif avant chaque section - Section 2.1 : Système DNS (rappels techniques) - Section 2.2 : Mesures DNS actives vs passives - Section 2.3 : Infrastructure OpenINTEL - Section 2.4 : Liste Tranco pour classement sites - Section 2.5 : RIPE Atlas et mesures distribuées - Section 2.6 : Travaux connexes (CDN, géo-localisation, DNSSEC) - Section 2.7 : Synthèse et positionnement

Rédaction : - Écriture scientifique objective (forme passive en français) - Citations systématiques avec renvois [Auteur, Année] - Démontrer esprit critique et analytique

Chapitre 3 : Question de recherche et hypothèses **Contenu :** - **Question de recherche principale** (formulée clairement) - Questions secondaires si applicable - Hypothèses de travail - Lien avec l'état de l'art - Justification de la méthode choisie

Chapitre 4 : Méthodologie **Contenu obligatoire :** - Description et **justification** de la méthodologie - Public-cible / données visées (domaines Tranco, sondes RIPE) - Étapes de conception du système - Méthode de collecte de données (RIPE Atlas API) - Description des analyses prévues

Sections spécifiques : - Section 4.1 : Sélection des domaines (Tranco) - Section 4.2 : Stratégie de mesure RIPE Atlas - Section 4.3 : Sélection des sondes (distribution géographique) - Section 4.4 : Types de requêtes DNS - Section 4.5 : Fréquence et durée des mesures - Section 4.6 : Stockage et traitement des données - Section 4.7 : Considérations éthiques

Chapitre 5 : Implémentation **Contenu :** - Architecture du système - Technologies utilisées (Python, bibliothèques) - Composants principaux - Workflow de mesure détaillé - Formats de données (JSON, Parquet) - Défis techniques rencontrés et solutions

Écriture objective : Description factuelle sans interprétation.

Chapitre 6 : Résultats **Contenu obligatoire :** - **Description objective des données récoltées** (pas d'interprétation) - Présentation du dataset (chiffres clés, statistiques descriptives) - Analyse de la diversité géographique (tableaux, graphiques) - Analyse de la stabilité temporelle - Études de cas (CDN, mail, DNSSEC)

Figures et tableaux : - Toutes les figures doivent être référencées dans le texte - Légendes claires et complètes - Format vectoriel (PDF) pour qualité publication

Chapitre 7 : Discussion **Contenu obligatoire :** - **Interprétation des résultats** en lien avec : - L'état de l'art - La question de recherche - Les hypothèses - Implications pratiques pour la recherche - Implications pour la société (impact sociétal potentiel) - Comparaison avec travaux similaires (OpenINTEL, etc.)

Conclusion : La discussion interprète, la conclusion synthétise.

Chapitre 8 : Conclusion (3 pages max) Contenu obligatoire : - Récapitulation des axes essentiels du travail - **Réponse à la question de recherche** - Mise en évidence de l'apport original - **Critique de la recherche** (limites identifiées) - Pistes non explorées mais pertinentes (avec justification) - **Perspectives futures** et ouverture - Ce qui serait fait différemment avec le recul

Bibliographie Exigences : - Références scientifiques uniquement - Utilisation **BibTeX** (recommandé avec LaTeX) - Toutes les références citées dans le texte - Tous les renvois dans le texte ont une entrée bibliographique - Format conforme (voir Guide mémoire p.19-20) - Validation par promoteurs

Annexes Contenu : - Informations complémentaires (non indispensables au raisonnement) - Code source (extraits significatifs, pas l'intégralité) - Configuration système complète - Tableaux statistiques détaillés - Résultats supplémentaires - Documentation API

Organisation : - Annexes numérotées (Annexe A, B, C...) - Table des annexes - Renvois explicites dans le texte principal

5.4 Rédaction LaTeX

Template obligatoire : Utiliser le template fourni dans docs/Template/ (déjà conforme aux exigences).

Structure des fichiers (dans latex/) :

```
latex/
  main.tex                # Document principal (basé sur template)
  couverture.tex          # Page de garde (du template)
  configListing.tex       # Configuration code (du template)
  bibliography.bib        # Références bibliographiques (BibTeX)
  chapters/
    01-introduction.tex
    02-etat-art.tex
    03-question-recherche.tex
    04-methodologie.tex
    05-implementation.tex
    06-resultats.tex
    07-discussion.tex
    08-conclusion.tex
  img/                    # Images et logos
    FAC_informatique.png # Logo faculté (du template)
  figures/                # Figures et graphiques générés
    architecture.pdf
    workflow.pdf
    ...
```

Configuration template (à personnaliser dans main.tex) :

```
\newcommand{\titreMemoire}{Mesures DNS dans l'espace et le temps}
\newcommand{\auteurMemoire}{Olivier Gautier}
\renewcommand{\diplome}{Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Master 60 en Sciences}
\newcommand{\anneeacademique}{2025-2026}
\newcommand{\promoteur}{Fl. Rochet}
\newcommand{\copromoteur}{J. Dejaeghere - Pierre Luycx}
```

Bonnes pratiques rédaction :

1. **Style d'écriture** (Master 60 en français) :
 - Forme passive privilégiée : “Les données ont été collectées...”
 - Phrases courtes (max 3 lignes)
 - Pas de formulation négative complexe
 - Précision scientifique des termes
 - Pas de généralisation sans références
2. **Citations et références** :
 - Utiliser BibTeX systématiquement
 - Format : [Auteur, Année] ou [Auteur, Année, p.X]
 - Exemple : `\cite{vanRijswijk2016}` → [van Rijswijk-Deij et al., 2016]
 - Gérer avec Zotero pour faciliter la gestion
3. **Figures et code** :
 - Package `listings` pour code (déjà configuré dans template)
 - Package `algorithm2e` pour pseudo-code
 - Insérer extraits courts dans texte, code complet en annexes
 - Toutes figures en format vectoriel (PDF) si possible
 - Référencer : `\ref{fig:mafigure}`, `\pageref{fig:mafigure}`
4. **Numérotation** :
 - Maximum 3 niveaux : 2.1.1 (éviter 2.1.1.1.1)
 - Cohérence dans toute la structure

Outils recommandés : - **Overleaf** : Édition LaTeX en ligne collaborative - **Zotero** : Gestion bibliographie (export BibTeX) - **DeepL** : Traduction si besoin (avec validation humaine) - **Grammarly** : Correction orthographique (avec prudence)

Compilation LaTeX (voir `claudio.md`) :

```
# Méthode recommandée (gère automatiquement les passes)
latexmk -pdf -interaction=nonstopmode main.tex
```

```
# Méthode manuelle (TOUJOURS 2 passes minimum, 3-4 avec bibliographie)
pdflatex main.tex
biber main           # ou bibtex main si utilisation BibTeX classique
pdflatex main.tex
pdflatex main.tex    # 2e passe pour table des matières et références
```

Livrables Phase 5 : - Mémoire complet en LaTeX (sources + PDF) - Version PDF finale signée par promoteur - Présentation soutenance (20 min) - Notes personnelles pour questions jury

Phase 6 : Partage et diffusion des données

Durée estimée : 2-3 semaines (parallèle à Phase 5)

6.1 Conception de la structure de partage

Options de partage :

Option 1 - Dataset statique : - Archive Zenodo avec DOI - Format Parquet compressé - Metadata CSV - README documentation - Licence ouverte (CC-BY ou similaire)

Option 2 - API de requête : - Service web simple (Flask/FastAPI) - Requêtes par domaine, date, sonde - Limite rate pour éviter abus - Documentation OpenAPI/Swagger

Option 3 - Portail web (inspiré OpenINTEL) : - Interface recherche - Visualisations interactives - Téléchargement datasets agrégés - Programme chercheurs visiteurs (données complètes sur demande)

Recommandation : Combiner Option 1 (facile) + Option 2 (flexible)

6.2 Documentation des données

Documentation minimale requise :

1. **README.md :**
 - Description du dataset
 - Méthodologie de collecte
 - Format des fichiers
 - Schéma des données
 - Exemples d'utilisation
 - Citation recommandée
 - Licence
2. **CHANGELOG.md :**
 - Versions successives
 - Modifications apportées
 - Corrections d'erreurs
3. **Metadata.json :**
 - Dates de collecte
 - Nombre de domaines
 - Nombre de sondes
 - Types de requêtes
 - Configuration RIPE Atlas
 - Statistiques globales
4. **Schema definition :**
 - Description des colonnes
 - Types de données
 - Contraintes
 - Relations

6.3 Conformité FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable)

Findable : - DOI via Zenodo - Metadata complet - Mots-clés pertinents - Indexation académique

Accessible : - Téléchargement libre (pas d'authentification obligatoire) - Formats standards - Documentation claire - Contact pour support

Interoperable : - Formats ouverts (Parquet, CSV, JSON) - Standards DNS respectés - Schéma documenté - APIs RESTful si applicable

Reusable : - Licence explicite - Provenance documentée - Qualité des données évaluée - Code de traitement partagé (GitHub)

6.4 Publication code source

Repository GitHub :

```

dns-measures/ (déjà existant)
  README.md           # Documentation projet
  LICENSE             # Licence open-source
  scripts/            # Scripts de mesure
  notebooks/          # Analyses Jupyter
  docs/               # Documentation complète
  tests/              # Tests unitaires
  examples/           # Exemples utilisation données

```

Bonnes pratiques : - Licence MIT ou Apache 2.0 pour le code - Licence CC-BY pour les données - Documentation API complète - Exemples d'utilisation - Instructions reproductibilité

Livrables : - Dataset public sur Zenodo avec DOI - API de requête (optionnel) - Code source sur GitHub - Documentation complète - Article de données (Data Paper) potentiel

Phase 7 : Préparation et défense du mémoire

Durée estimée : 2-3 semaines

7.1 Modalités de dépôt (Master 60)

Date limite pour session juin 2026 : 02 juin 2026 à midi

4 éléments obligatoires à rendre :

1. **Exemplaire papier** (1 exemplaire) :
 - Déposé au bureau du secrétariat facultaire
 - **Reliure collée** (pas de couverture plastique)
 - **Page de garde signée par le promoteur** (accord de dépôt)
 - Format A4, recto-verso
 - Max 100 pages hors annexes
2. **Version PDF** :
 - Envoyée à `secretariat.info@unamur.be`
 - Même contenu que version papier
3. **Résumé + Abstract** (1 page Word max) :
 - Résumé en français (½ page max)
 - Abstract en anglais (½ page max)
 - Envoyé à `secretariat.info@unamur.be`
4. **Formulaire Webcampus** :
 - Compléter dans l'espace UE INFOM010
 - Informations : titre, promoteurs, résumé, langue, confidentialité
 - Import vers SIGALE et site BUMP

Accord promoteur obligatoire : La signature sur la page de garde atteste de l'accord du promoteur pour le dépôt (cf. REE art. 40).

7.2 Préparation de la présentation

Format défense Master 60 : - **Durée présentation** : 20 minutes maximum - **Démonstration** (optionnel) : +10 minutes max (prévenir secrétariat) - **Questions-réponses** : Variable selon jury - **Défense publique** : Ouverture au public

Structure recommandée présentation (20 min) :

1. **Introduction** (2-3 min)
 - Contexte et motivation
 - **Question de recherche claire**
 - Objectifs du travail
2. **État de l'art** (2 min)
 - Travaux existants (OpenINTEL, Passive DNS)
 - Limitations identifiées
 - Positionnement de votre contribution
3. **Méthodologie** (4-5 min)
 - Question de recherche et hypothèses
 - Architecture système
 - Stratégie de mesure RIPE Atlas
 - Choix techniques justifiés
4. **Résultats** (6-7 min)
 - Dataset collecté (chiffres clés)
 - Analyse diversité géographique (figures marquantes)
 - Analyse stabilité temporelle
 - Études de cas significatives (CDN, etc.)
5. **Discussion** (3 min)
 - Interprétation résultats
 - Contributions originales
 - Limites identifiées
 - Implications pour la recherche
6. **Conclusion** (1-2 min)
 - Réponse à la question de recherche
 - Perspectives futures
 - Ouverture

Conseils préparation (cf. Guide mémoire p.23-24) :

1. **Contenu** :
 - Sélectionner informations essentielles (pas un copier-coller du mémoire)
 - Mettre en avant votre **contribution personnelle**
 - Montrer maîtrise de la problématique
 - Préparer réponses aux questions prévisibles
2. **Support visuel** :
 - 10-15 transparents (PowerPoint ou Beamer LaTeX)
 - Structure claire et lisible
 - Pas de lecture textuelle des slides
 - Plan de présentation au début (guide pour public)
 - Figures/graphiques de qualité
3. **Répétition** :
 - **Répéter 5-10 fois minimum** devant proches/collègues
 - Vérifier timing (strict 20 min)
 - Tester cohérence discours
 - Anticiper questions et préparer réponses

Questions fréquentes à anticiper : - Pourquoi RIPE Atlas plutôt que scan direct de résolveurs ? - Comment avez-vous géré les limitations de crédits RIPE ? - Quelle est la représentativité géographique réelle de vos mesures ? - Comment validez-vous la qualité et l'exactitude des données ? - Quel est l'impact

de vos mesures sur l'infrastructure DNS ? - Quelles sont les applications concrètes de vos données ? - Comment amélioreriez-vous le système avec le recul ? - Quelles sont les limites principales de votre approche ?

7.3 Démonstration (optionnel)

Si démonstration prévue : - **Prévenir le secrétariat au moment du dépôt** - Durée max : 10 minutes (en plus des 20 min de présentation) - L'horaire sera adapté en conséquence

Démo possible : - Interface de requête du dataset - Visualisation interactive géographique - Exemple d'analyse en temps réel - Reproduction d'une mesure RIPE Atlas

Préparation : - Tester démo **10x minimum** avant la défense - Préparer screenshots de backup (si problème technique) - Avoir données de test prêtes et chargées - Vérifier compatibilité matériel salle de défense

7.4 Déroulement du jour J

Timing défense :

1. **Avant votre entrée** (huis clos jury) :
 - Promoteur présente objectifs et contexte du travail
 - Jury donne note provisoire sur base du texte écrit
2. **Défense publique** (vous + audience + jury) :
 - Vous présentez votre travail (20 min)
 - Démonstration si applicable (+10 min)
 - Questions-réponses avec jury
3. **Après votre sortie** (huis clos jury) :
 - Jury délibère et propose note finale
 - Appréciation communiquée si président le souhaite
 - Note officielle lors de proclamation session

7.5 Critères d'évaluation du jury

Objectifs d'apprentissage évalués : - Connaissances approfondies dans la thématique - Travail original et personnel - Intégration et mobilisation connaissances (revue critique littérature) - Esprit critique et systématique - Autonomie dans le travail - Communication écrite scientifique (style, rigueur, clarté) - Communication orale des résultats

Échelle de notation (guide indicatif) : - **10/20** : Objectifs minima atteints sans originalité - **12/20** : Objectifs atteints correctement - **14/20** : Travail élégant avec originalité - **16/20** : Apport personnel significatif (synthèse, implémentation) - **18/20** : Travail exceptionnel et publiable

7.6 Checklist finale dépôt

Documents à préparer : - Mémoire LaTeX compilé PDF (version finale relue) - Exemple papier imprimé et relié (reliure collée) - **Page de garde signée par promoteur** (accord dépôt) - PDF identique envoyé à secretariat.info@unamur.be - Résumé + Abstract (1 page Word) envoyé au secrétariat - Formulaire Webcampus INFOM010 complété - Code source GitHub à jour et documenté - Dataset publié (Zenodo ou autre) si applicable - Présentation PowerPoint/Beamer (20 min) - Notes personnelles pour questions jury - Démonstration testée (si applicable) - Vérification anti-plagiat effectuée - Relecture par tiers (orthographe, cohérence)

Validation finale : - Promoteur a relu version finale - Promoteur a donné accord formel pour dépôt - Toutes références bibliographiques vérifiées - Toutes figures/tableaux référencés dans texte - Annexes numérotées et référencées - Table des matières générée (2 passes LaTeX minimum) - Format conforme (100 pages max, police Atkinson, marges correctes)

Recommandations transversales

Gestion de projet

Outil de suivi : - Utiliser `claude.md` pour journal quotidien/hebdomadaire - Créer issues GitHub pour tâches - Planifier sprints de 2 semaines - Revues régulières avec promoteurs

Réunions avec promoteurs : - **Fréquence minimale :** 1 fois par mois (cf. Guide mémoire) - **Recommandé :** Bi-hebdomadaire pour suivi actif - Préparer points de discussion en avance - Documenter décisions prises - Envoyer brouillons **suffisamment tôt** pour relecture - Identifier bloqueurs rapidement - **Initiative étudiante :** C'est à vous de solliciter les rencontres

Rôle du promoteur (cf. Guide mémoire) : - Orientation et conseil (pas réalisation) - Aide à définir question de départ, problématique, méthode - Critique et apprécie l'avancement - Lit parties au fur et à mesure - Relit version finale avant dépôt - **Donne ou non l'accord pour le dépôt** (responsabilité académique)

Gestion du temps : - Timeboxing strict par phase - **Planning Gantt recommandé** (outil : <http://www.gantt.com/fr/>) - Identifier dépendances critiques - Prévoir marge pour imprévus (20%) - **Rédaction prend toujours plus de temps que prévu** - Fixer dates de relecture avec promoteur en avance

Communication scientifique

Post-its du mémoire (cf. Guide p.16-18 - à garder en tête) :

1. **Planning et suivi :**
 - Tenir planning à jour
 - Respecter délais (rédaction prend du temps)
 - Professeurs en congé été (anticiper pour session septembre)
2. **Écriture scientifique :**
 - Forme passive en français ("les données ont été collectées")
 - Phrases courtes et structures simples
 - Pas de récit personnel, écriture objective
 - Attention orthographe et grammaire
3. **Esprit de synthèse :**
 - Qualité > quantité (100 pages max suffisent)
 - Aller à l'essentiel
 - Reformuler avec vos mots (éviter phrases toutes faites)
 - **Citations systématiques** (plagiat = 0/20)
4. **Table des matières :**
 - Fil conducteur indispensable
 - Établir structure complète avant d'écrire
 - Faire valider par promoteur dès le début
 - Adapter en cours de route si nécessaire
5. **Rôle de chercheur :**
 - Rigueur, honnêteté, esprit critique

- Écriture objective appuyée sur faits
- Éviter “je pense que...” sans fondement
- Argumenter avec données vérifiables

6. Garder traces :

- Carnet de notes tout au long du projet
- Documenter lectures, réflexions, résultats
- Classer par mots-clés ou code couleur
- Gain de temps pour rédaction finale

7. Sauvegardes multiples :

- Clé USB + cloud (Drive, OneDrive) + email
- “Pas de sauvegardes excessives, que du temps gaspillé à refaire”
- Vérifier intégrité régulièrement

Documenter au fur et à mesure : - **Ne pas attendre la fin pour écrire** - Rédiger sections méthodologie dès Phase 2 - Documenter choix techniques immédiatement - Maintenir log de décisions - **Introduction et conclusion en fin** (besoin vue d'ensemble) - Fiches de lecture pour état de l'art (cf. Guide p.21-22)

Figures et visualisations : - Créer figures publication-ready dès le départ - Utiliser matplotlib avec style scientifique - Sauvegarder scripts de génération - Format vectoriel (PDF/SVG) pour LaTeX - **Toutes figures référencées dans texte** (obligation) - Légendes claires et auto-suffisantes

Bibliographie (cf. Guide p.19-20) : - Maintenir `latex/bibliography.bib` à jour avec **BibTeX** - Utiliser gestionnaire références (**Zotero recommandé**) - Citer au fur et à mesure de la lecture - **Références scientifiques uniquement** - Vérifier complétude avant rédaction finale - **Consulter promoteur pour valider bibliographie** - Toute référence citée doit être consultée - Tout renvoi dans texte doit avoir entrée bibliographique

Éthique et intégrité académique

Plagiat (cf. Guide p.3, 9) : - **INTERDIT et PUNISSABLE** (note 0/20 possible) - Citer systématiquement toutes les sources - Reformuler avec vos propres mots - Ressources UNamur : <https://www.unamur.be/plagiat> - Vérification anti-plagiat avant dépôt

Transparence : - Documenter toutes les décisions méthodologiques - Partager code et données (principe FAIR) - **Signaler limitations honnêtement** (attendu en conclusion) - Citer tous les travaux utilisés - Éviter généralisation abusive sans références

Respect infrastructure DNS : - Suivre bonnes pratiques RIPE Atlas - **Ne pas surcharger serveurs** (éthique mesures) - Documenter impact du système - Respecter quotas et limites - Impact minimal sur infrastructure (cf. OpenINTEL : 0.3-1.6%)

Reproductibilité : - Environnement Docker versionné - Requirements.txt figé (versions exactes) - Seed pour random si utilisé - Instructions pas-à-pas dans README - Code commenté et documenté - Dataset partagé avec metadata complet

Checklist des livrables par phase

Phase 1 : Familiarisation

- ☐ Notes de lecture articles principaux
- ☐ Synthèse état de l'art

- ☐ Tableau comparatif approches
- ☐ Liste RFCs pertinents

Phase 2 : Conception

- ☐ Configuration RIPE vérifiée (crédits disponibles)
- ☐ Document architecture système
- ☐ Stratégie de mesure validée avec promoteurs
- ☐ Planning utilisation crédits sur 3-6 mois
- ☐ **Table des matières validée par promoteurs**

Phase 3 : Développement

- ☐ Scripts de mesure fonctionnels
- ☐ Orchestrateur automatisé
- ☐ Tests unitaires
- ☐ Notebooks d'analyse
- ☐ Validation prototype

Phase 4 : Collecte

- ☐ Système en production
- ☐ Monitoring actif
- ☐ Dataset de 3-12 mois
- ☐ Rapports hebdomadaires
- ☐ Backup redondant

Phase 5 : Analyse et rédaction

- ☐ Analyses approfondies complètes
- ☐ **État de l'art rédigé** (synthèse, pas catalogue)
- ☐ **Question de recherche formulée clairement**
- ☐ **Méthodologie rédigée et justifiée**
- ☐ **Résultats décrits objectivement** (sans interprétation)
- ☐ **Discussion rédigée** (interprétation résultats)
- ☐ **Introduction et conclusion rédigées** (en fin de travail)
- ☐ Mémoire LaTeX complet (template UNamur utilisé)
- ☐ Figures publication-ready référencées dans texte
- ☐ Bibliographie complète BibTeX validée par promoteurs
- ☐ Relecture complète (orthographe, cohérence)
- ☐ Vérification anti-plagiat
- ☐ **Accord promoteur pour dépôt** (signature page de garde)

Phase 6 : Partage données

- ☐ Dataset publié Zenodo avec DOI (principe FAIR)
- ☐ Code GitHub public et documenté
- ☐ Documentation complète données (README, metadata)
- ☐ API de requête (optionnel)
- ☐ Licence appropriée (CC-BY données, MIT/Apache code)

Phase 7 : Dépôt et soutenance

- ☐ **4 éléments dépôt rendus avant 02 juin 2026 12h00 :**
 - ☐ Exemplaire papier relié (reliure collée, page garde signée)
 - ☐ PDF envoyé secretariat.info@unamur.be
 - ☐ Résumé + Abstract (1 page Word) envoyé secrétariat
 - ☐ Formulaire Webcampus INFOM010 complété
 - ☐ Présentation 20 min préparée (PowerPoint ou Beamer)
 - ☐ **Répétition présentation 5-10 fois minimum**
 - ☐ Démonstration testée 10x si applicable (prévenir secrétariat)
 - ☐ Questions jury anticipées et réponses préparées
 - ☐ Notes personnelles pour questions
-

Ressources et contacts

Ressources techniques

RIPE Atlas : - Documentation : <https://atlas.ripe.net/docs/> - API : <https://atlas.ripe.net/docs/api/v2/>
- Contact : atlas@ripe.net - Liste discussion : ripe-atlas@ripe.net

Tranco : - Site officiel : <https://tranco-list.eu/> - API : <https://tranco-list.eu/api> - GitHub : <https://github.com/DistriNet/tranco-list>

Geo-IP : - MaxMind : <https://www.maxmind.com/> - Alternatives libres : IP2Location Lite

Résolveurs publics : - Liste : <https://www.chaz6.com/files/resolv.conf> - GitHub Trickest : <https://github.com/trickest/resolvers>

Contacts experts

Stéphane Bortzmeyer : stephane+blog@bortzmeyer.org - Expert DNS français - Blog : <https://www.bortzmeyer.org>

Équipe RIPE Atlas : atlas@ripe.net - Support technique - Demandes crédits

OpenINTEL : <https://www.openintel.nl/> - Visiting researcher program - Comparaison méthodologique

Conférences et publications

Conférences cibles : - NDSS (Network and Distributed System Security) - IEEE S&P (Security and Privacy) - USENIX Security - ACM SIGCOMM - IMC (Internet Measurement Conference)

Revues : - IEEE/ACM Transactions on Networking - ACM SIGCOMM Computer Communication Review - IEEE Journal on Selected Areas in Communications

Notes finales

Points de vigilance

Gestion des quotas RIPE : Contacter équipe RIPE tôt dans le projet **Volume de données** : Prévoir stockage suffisant (500GB-5TB selon échelle) **Durée collecte** : Minimum 3 mois, idéal 6-12 mois pour résultats significatifs **Backup** : Stratégie redondante indispensable (données irremplaçables)
Documentation continue : Ne pas remettre à la fin

Critères de succès

Technique : - Système fonctionnel et automatisé - Dataset de qualité collecté - Analyses reproductibles

Scientifique : - Contributions originales identifiées - Validation méthodologique rigoureuse - Résultats comparables état de l'art

Partage : - Données publiques et accessibles - Code open-source - Documentation complète

Académique : - Mémoire de qualité - Soutenance réussie - Publication potentielle

Contacts et ressources UNamur

Encadrement académique

Promoteur : - Fl. Rochet

Co-promoteurs : - J. Dejaeghere - Pierre Luycx

Coordinatrice pédagogique : - Fanny Boraita : fanny.boraita@unamur.be (bureau 309) - Aide méthodologique (structure mémoire, rédaction, etc.) - Gestion attribution sujets et validation dépôts

Vice-doyen : - Marie-Ange Remiche : vice-doyen.info@unamur.be (bureau 206) - Responsable procédure et calendrier mémoires

Secrétariat facultaire : - Email : secretariat.info@unamur.be (bureau 202a) - Conseil stages, composition jury, horaires

Ressources UNamur

Page mémoire faculté : - <https://www.info.unamur.be/memoires/> - Sujets, promoteurs, template LaTeX, guide, calendrier

Ressources plagiat : - <https://www.unamur.be/plagiat> - Documentation sensibilisation propriété intellectuelle

Outils recommandés : - Overleaf (LaTeX en ligne) - Zotero (gestion bibliographie) - DeepL (traduction avec validation) - Grammarly (correction orthographique)

Calendrier Master 60 : - Dépôt session juin 2026 : **02 juin 2026 à midi** - Dépôt session septembre 2026 : 18 août 2026 à midi

Dernière mise à jour : 20 janvier 2026 **Auteur du mémoire** : Olivier Gautier **Promoteur** : Fl. Rochet **Co-promoteurs** : J. Dejaeghere - Pierre Luycx **Programme** : Master 60 en Sciences Informatiques - UNamur **Roadmap rédigé avec** : Claude Sonnet 4.5

Note de mise à jour

Ce roadmap a été mis à jour pour intégrer : - Instructions du Guide du mémoire UNamur (2025-2026) - Présentation méthodologique Master 60 (22/10/2025) - Template LaTeX officiel fourni (docs/Template/) - Suppression point crédits RIPE (déjà acquis) - Conformité exigences Master 60 - Structure mémoire détaillée selon guide - Modalités dépôt et défense précises - Critères évaluation jury - Bonnes pratiques rédaction scientifique