



OFFRE DE THÈSE Oct. 2023 – Sept. 2026

Mots-Clés :

Interconnected Logistics Networks; Physical Internet; System Approach; Routing Protocols; Disturbances; Modeling; Multi-Agent Simulation; Optimisation

Partenaires :

- Le Centre de Gestion Scientifique de l'école d'ingénieur Mines Paris – PSL université (Paris, France): <https://www.cgs.minesparis.psl.eu/>
- La Chaire Internet Physique : <https://www.cip.minesparis.psl.eu/>

Encadrement :

- Pr. Eric BALLOT (Mines Paris) : Directeur de thèse
- Dr. Mariam LAFKIHI (Mines Paris) : Encadrante

Localisation :

La thèse sera réalisée au centre de gestion scientifique à MINES Paris (membre de PSL Université), 60 boulevard Saint-Michel 75006 Paris.

Contrat :

CDD 3 ans (Octobre 2023 à Septembre 2026), Contrat doctoral Mines Paris. Rémunération : ~1550 € net/mois + indemnités pour la réalisation d'activités d'enseignement ou de contributions aux laboratoires.

Candidature :

Les candidatures (CV, lettre de motivation, relevé des notes du Master, et tout document susceptible d'aider à évaluer le niveau et les motivations du/de la candidat(e)), notamment une communication ou (projet de) publication, sont à adresser par email à eric.ballot@minesparis.psl.eu et mariam.lafkihi@minesparis.psl.eu avant le 15 juin 2023. Les candidats présélectionnés auront l'occasion d'exposer oralement leurs motivations lors d'un entretien à planifier courant juillet 2023. Pour plus d'information, merci de contacter eric.ballot@minesparis.psl.eu ou mariam.lafkihi@minesparis.psl.eu.

Profil du candidat(e) recherché :

Titulaire d'un diplôme de master en ingénierie, sciences ou management avec des connaissances avérées dans un ou plusieurs des domaines suivants : génie industriel, gestion des réseaux logistiques, sciences des données, mathématiques appliquées, modèles de simulation, systèmes d'aide à la décision, informatique décisionnelle, recherche opérationnelle.

Un bon niveau d'anglais est exigé ainsi qu'une bonne capacité rédactionnelle en français et en anglais. Une appétence pour la programmation informatique est préférable.

Sujet :

L'Internet Physique (IP) vise à remplacer les modèles logistiques actuels par un réseau logistique mondial ouvert, basé sur l'interconnexion opérationnelle, numérique et physique via les interfaces et les protocoles (Montreuil et al., 2012; Ballot et al., 2014; Pan et al., 2021). Le facilite le partage des ressources grâce à des réseaux ouverts et connectés, permettant aux utilisateurs et aux partenaires du réseau d'y accéder de manière transparente. De ce fait, le PI est un réseau complexe à gérer en raison de sa structure dynamique et de la présence de centres de consolidation intermédiaires qui divisent le réseau en plusieurs sous-réseaux, chacun étant exploité par une entité juridique unique connectée aux autres.

La conception d'une architecture technique du réseau de l'IP est cruciale pour ses performances globales, sa fiabilité, sa scalabilité, son efficacité et sa sécurité. De plus, l'utilisation de protocoles robustes et standardisés garantit que le réseau peut continuer à fonctionner même en cas de perturbation ou de dysfonctionnement.

L'architecture d'un réseau connecté est sa structure technique sous-jacente, conçue selon une "matrice de concepts" (Agre, 2003). À mesure que le concept de IP continue d'évoluer, il devient de plus en plus clair qu'il est essentiel de prendre en compte l'architecture et l'ingénierie de ce réseau de réseaux. Fahim et al. (2021) sont parmi les premiers à proposer une architecture d'information qui intègre la capacité de suivi et de traçabilité dans les hubs de IP. Hasan et al. (2020) présentent deux architectures basées sur la blockchain pour soutenir les réseaux IP. Enfin, en ce qui concerne le routage, (Sallez et al., 2015) proposent une architecture de contrôle réactif pour un hub de cross-docking dans un environnement perturbé. Finalement, Kaup et al. (2021) proposent un artefact de cadre qui identifie les protocoles du DI pertinents pour le transport et transforme leurs propriétés et méthodes.

Nous pouvons constater que les architectures existantes se concentrent sur une caractéristique particulière du réseau. Cependant, étant donné que les composants critiques du réseau IP (par exemple, les conteneurs, les hubs, les véhicules) sont les interconnexions physiques et numériques, il reste à établir un cadre général qui capture et contrôle de manière dynamique, autant que possible, les interactions réseau des acteurs, depuis la communication, la conteneurisation, la consolidation des flux jusqu'aux protocoles de routage extrêmement robustes et fiables. De plus, les connaissances locales des véhicules, des hubs et des conteneurs sur l'état connu du système doivent être intégrées à la prise de décision.

Résultats attendus :

Les résultats attendus sont de plusieurs ordres et comprennent les éléments suivants :

- Un état de l'art des protocoles de routage existants dans la littérature de l'internet digitale ainsi qu'une étude sur la possibilité d'appliquer les mêmes protocoles sur les réseaux logistiques
- Une conception d'une architecture de contrôle dynamique, réactive, flexible et par blocs pour définir des mécanismes de prise de décision qui ne délèguent pas la gestion des opérations à une autorité centrale, mais intègrent plutôt les connaissances locales et les

préférences des entités intelligentes (par exemple, les véhicules et les conteneurs) pour une optimisation globale dans IP.

- Développement d'un protocole de routage réactif pour gérer les perturbations qui peuvent survenir (par exemple, retards d'approvisionnement, commandes d'urgence ou annulées, indisponibilité des véhicules).
- Un ensemble de modèles et solutions permettant de répondre, au moins partiellement, à la problématique scientifique et technique identifiée ;
- Un ensemble de simulation et d'expérimentations associé à un ou plusieurs cas permettant de valider les propositions faites.

Ces résultats seront largement discutés et partagés avec les communautés scientifiques et professionnelles, cette interaction enrichira la réflexion menée et permettra de mettre en perspectives les résultats trouvés et de contribuer à la définition de la solution la plus appropriée au problème posé.

En termes de dissémination scientifique, 4 à 6 conférences internationales et 1 à 2 articles de journaux scientifiques de rang A sont visés.