

<b>Titre Thèse</b> <b>Title</b>	Détection, localisation et identification de défauts dans les réseaux câblés de communication et d'énergie dans les véhicules électriques autonomes	
<b>(Co)-Directeur</b>	Vincent Cocquempot	E-mail : vincent.cocquempot@univ-lille.fr
<b>(Co)-Directeur</b>	Virginie Dégardin	E-mail : virginie.degardin@univ-lille.fr
<b>(Co)-Encadrant (s)</b>		E-mail :
<b>Laboratoire(s)</b>	CRIStAL et IEMN	Web :
<b>Groupe(s)</b>	CRIStAL- TOPSYS/ToSyMa IEMN-TELICE	Web :
<b>Financement acquis ?</b>	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>
	Origine :	
<b>Financement demandé</b>	Contrat Doctoral <input checked="" type="checkbox"/>	Etablissement porteur : Univ. Lille <input checked="" type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/> JUNIA <input type="checkbox"/>
	Région <input type="checkbox"/>	Co-financement acquis : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Préciser son origine (qu'il soit acquis ou non) :
	Autre : thèses prioritaires IEMN	

Les véhicules électriques, intelligents voire autonomes, sont en plein développement. Ils constituent une des priorités des pouvoirs publics et entreprises privées pour les années à venir tant en France qu'en Europe (voir en particulier le [Rapport : Le déploiement européen du véhicule autonome](#), M. Damien PICHEREAU, 30 juillet 2021). Ces véhicules sont équipés de technologies nouvelles et de nombreux calculateurs embarqués qui échangent des données et permettent de proposer des fonctionnalités nouvelles d'aide à la conduite pour assister voire se substituer au conducteur (régulateur de vitesse, aide au freinage, parking automatique. . .). Ces calculateurs contrôlent et commandent différents systèmes grâce à un ensemble de capteurs et d'actionneurs répartis dans le véhicule, et échangent des données entre eux grâce à des réseaux de communication. On aboutit ainsi à une grande complexité des réseaux d'énergie et de communication, se traduisant par un grand nombre de connexions et de conducteurs filaires. Le déploiement de ces nouvelles technologies nécessite de pouvoir garantir une sûreté de fonctionnement optimale (fiabilité, maintenabilité, disponibilité, sécurité) en toute circonstance. Ceci nécessite de mettre en place un système de surveillance de l'état de santé du véhicule (détection, localisation, identification de défauts et pronostic de défaillance) et des procédures de reconfiguration ou d'adaptation (reconfiguration de la commande ou des objectifs, commande tolérante aux fautes) en cas de défaillance détectée. De nombreux travaux ont été réalisés pour améliorer cette sûreté de fonctionnement, mais essentiellement pour détecter les défauts de composants tels que les capteurs et actionneurs, peu de travaux ont été réalisés pour détecter et localiser les défauts naissants (ou soft faults) des câbles/réseaux filaires et connexions. Ces défauts dus à l'usure des câbles, à des contraintes mécaniques, à l'effet de températures excessives ou encore de l'humidité sont pourtant très présents. Ils n'ont pas d'effet immédiats car la communication ou le transfert d'énergie est maintenu, mais peuvent évoluer vers des défauts francs (hard faults – courts circuits ou circuits ouverts) qui eux vont venir impacter le fonctionnement de ces véhicules, et peuvent entraîner des atteintes à l'intégrité du véhicule et à la sécurité des passagers.

Des travaux ont été réalisés pour répondre à ces enjeux de détection et de localisation de soft faults dans les réseaux câblés dans le cadre du projet du DIACA - Maintenance prédictive autonome des systèmes de transports câblés, du [CPER ELSAT 2020](#) en région Nord Pas-de-Calais (**OS 4 : Dimensionnement et performance des fonctions véhicule Mobilité intelligente**). Ces travaux utilisent la technologie CPL (courants porteurs en ligne) pour transférer dans ces câbles des signaux à des fréquences particulières ne venant pas impacter le comportement du véhicule. Des indicateurs d'état de santé (ou résidus) sont générés en comparant les coefficients de transfert estimés en ligne par les calculateurs avec les coefficients de transfert de référence. Ces travaux sont menés dans le cadre de la thèse de Abdel Karim Abdel Karim (contrat doctoral Université de Lille, débuté en octobre 2019), thèse pluridisciplinaire co-dirigée par V. Cocquempot (Automatique - diagnostic) et V. Dégardin

(Electronique – communication). Des résultats très intéressants ont été obtenus et publiés dans des conférences réputées, plusieurs articles ont été soumis et sont en cours d'évaluation (voir liste ci-dessous)

L'objectif de la thèse proposée est de poursuivre les travaux entamés dans le cadre de la thèse de Abdel Karim Abdel Karim.

Plusieurs travaux sont envisagés :

- Améliorer la procédure de décision sur les résidus, en environnement perturbé (bruits de mesures en particulier)
- Estimer la sévérité du défaut, ce qui permettra de prédire la durée de vie résiduelle du câble (dans une démarche de pronostic)
- Détecter et localiser les défauts multiples, incluant des défauts de câbles mais aussi des défauts de composants tels que les capteurs
- Reconfigurer le réseau et le protocole de communication lorsqu'un défaut de câble est détecté/localisé, permettant d'anticiper les effets d'un éventuel défaut franc
- Mettre en œuvre la méthode de surveillance sur le véhicule électrique autonome Zoé du CRISAL (plateforme PRETIL : Plateforme de recherche Robotique et Transports Intelligents de Lille - plateforme labellisée par l'Université de Lille et l'Equipex Robotex)

Ces objectifs ne pourront être atteints qu'en combinant deux approches souvent abordées indépendamment l'une de l'autre : une approche signal et une approche système. Les 2 laboratoires d'accueil ayant respectivement une expertise dans une de ces 2 approches, la thèse sera menée grâce à une mutualisation de leurs compétences.

Ce sujet s'inscrit dans plusieurs projets et structures dans lesquels CRISAL et l'équipe ToSyMa en particulier est impliqué :

- La Fédération de Recherche du CNRS : [FR TTM : Transport Terrestre Mobilités CNRS 3733](#),
- le CPER 2021-2027 RITMEA : Recherche et Innovation en Transports et Mobilité Eco-responsables et Autonomes,
- l'Axe véhicule autonome de l'équipement structurant pour la Recherche : TIRREX Technological Infrastructure for Robotics Research of Excellence, lauréat de l'appel à manifestations d'intérêt ESR / EquipEx+,
- le projet [CUMIN : Campus à Mobilité Innovante et Neutre en carbone](#), programme interdisciplinaire de l'Université de Lille sur l'électro-mobilité

Articles publiés et soumis dans le cadre de la thèse de Abdel Karim Abdel Karim

1. Abdelkarim Abdelkarim, M.Amine Atoui, Virginie Degardin, Vincent Cocquempot. Fault Detection and Localization in Vehicular Embedded Network Using Power Line Communication. *International Conference on Systems and Control (ICSC21)*, Nov 2021, Caen, France.
2. Abdelkarim Abdelkarim, Mohamed Amine Atoui, Virginie Degardin, Vincent Cocquempot. Fault detection and localization in Y-shaped network through power line communication. *The conference on Control and Fault-Tolerant Systems (SysTol'21)*, Sep 2021, Saint-Raphaël, France.
3. Abdelkarim Abdelkarim, Virginie Degardin, Vincent Cocquempot, Mohamed Amine Atoui. Soft fault detection and localization in an unshielded twisted pair network using power line communication. *7th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VEHITS)*, Apr 2021, Online, Portugal. pp.104380.

4. Abdelkarim Abdelkarim, Virginie Degardin, Mohamed Amine Atoui , Vincent Cocquempot.  
Using power line communication for fault detection and localization in star-shaped network,  
soumis à la conference IFAC Safeprocess 2022.