

Modélisation d'arc dans les systèmes de traction ferroviaire

CONTEXTE

- Les événements d'arc électrique dans les systèmes de traction ferroviaire en courant continu présentent des risques importants d'incendie, de fumée et d'**éclair d'arc**.
- Les incidents rapportés par l'OSHA ont montré qu'un éclair d'arc constitue un **danger pour la sécurité** dans ces systèmes [1] et a des implications majeures pour la sécurité des passagers et des travailleurs.
- Les incidents d'arc sont fréquents dans ces systèmes en raison de leur forte exposition aux débris et au vandalisme (Figure 1).



Figure 1. Incident d'arc dans les systèmes de traction ferroviaire en courant continu, a. Washington, 2016 [2], b. New York, 2015 [3]

PROBLÉMATIQUE

- Le risque d'éclair d'arc dans un système de traction en courant continu (Figure 2) n'est pas bien quantifié par les communautés scientifiques et industrielles.
- La réponse du système de protection à ces événements reste incertaine en raison de la **nature hautement variable de l'arc** et de la signature complexe du courant transitoire de court-circuit.
- La **résistance de l'arc** a une influence importante sur le courant de défaut (Figure 3), affectant ainsi le temps de détection du défaut et l'énergie incidente de l'éclair d'arc.

OBJECTIFS

- Modéliser l'arc en se basant sur la littérature et les informations disponibles dans les rapports d'incidents accessibles au public.
- Implémenter le **modèle d'arc** dans un logiciel de simulation en domaine temporel.

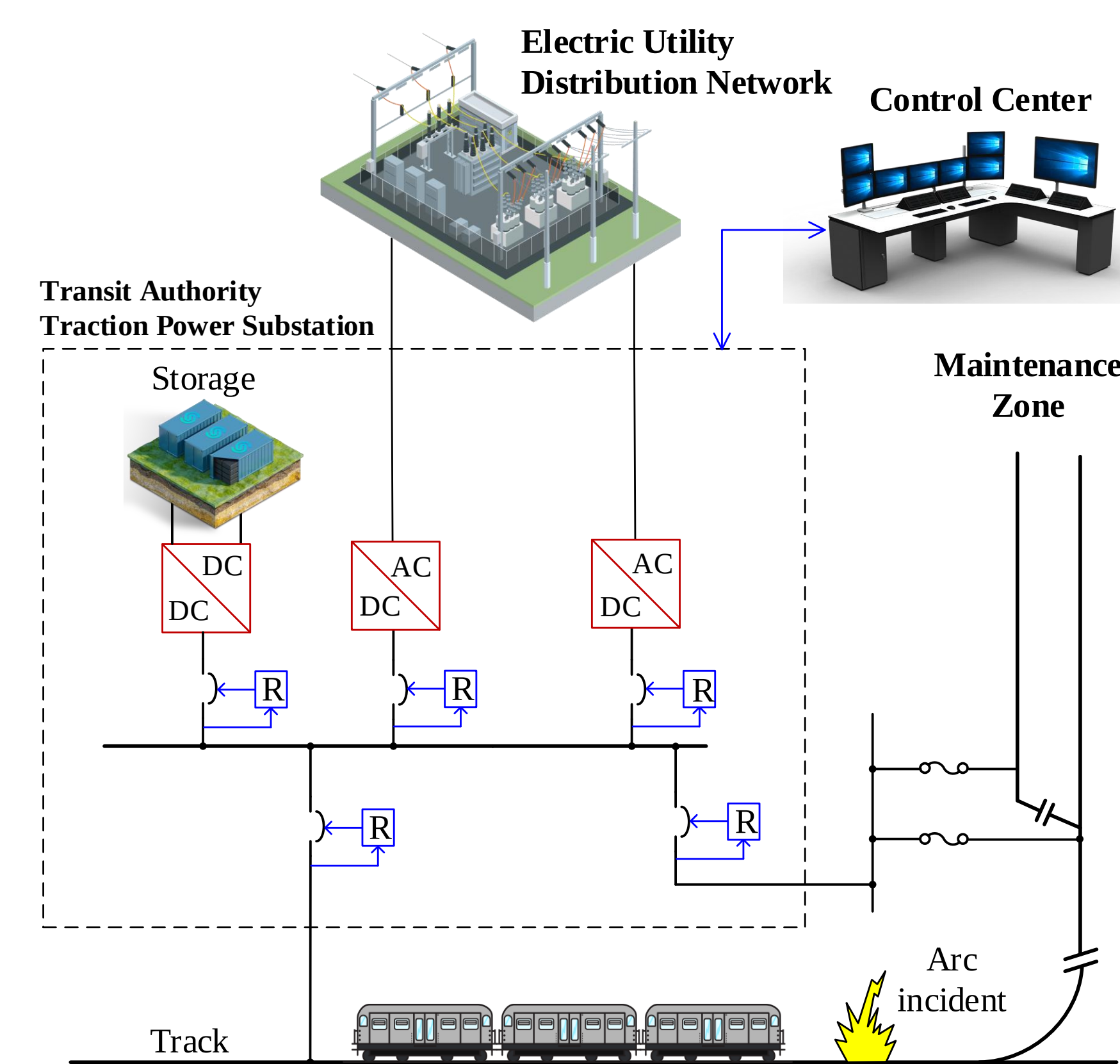


Figure 2. Représentation simplifiée d'un système de traction en courant continu avec un incident d'arc sur le rail

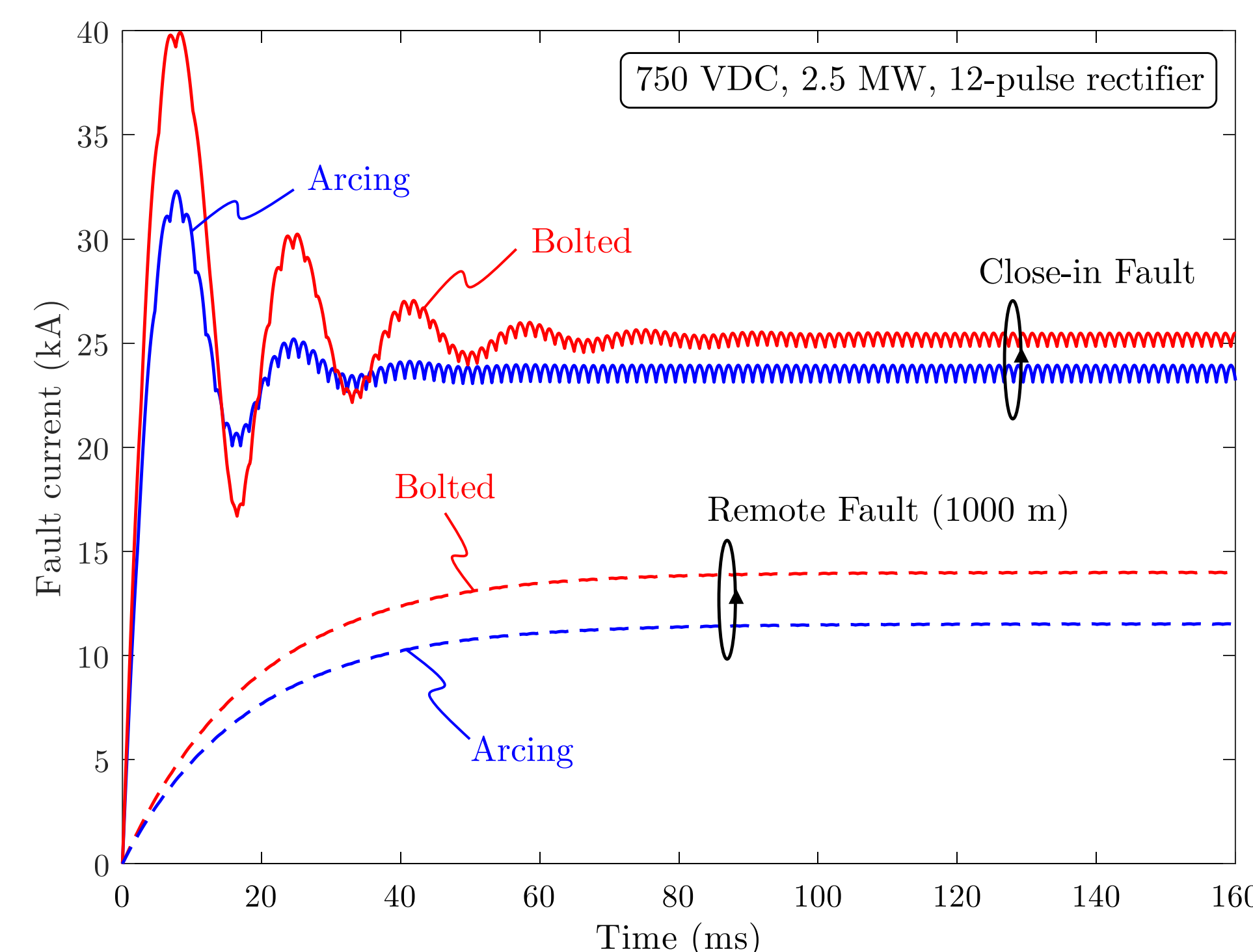


Figure 3. Comparaison entre le courant de défaut franc et le courant de défaut avec arc dans un système de traction en courant continu typique [4], [5]. L'arc est modélisé selon [6] pour un écart de 50 mm

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie est composée de six (6) étapes séquentielles et est présentée à la Figure 4.

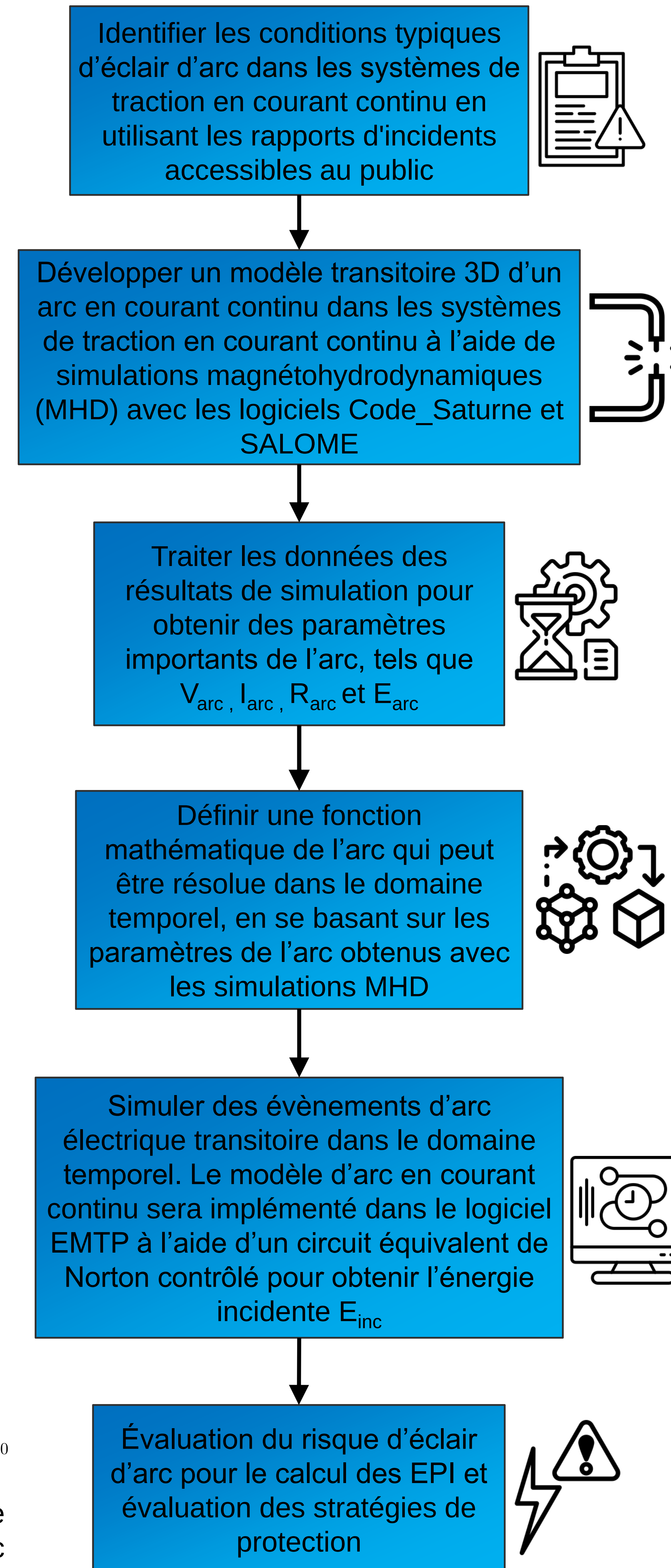


Figure 4. Méthodologie pour l'évaluation des risques d'éclair d'arc

CONTRIBUTIONS ATTENDUES

- Méthodologie permettant aux ingénieurs en systèmes électriques de réaliser des **évaluations des risques d'éclair d'arc** dans les systèmes de traction en courant continu.
- Influencer le processus de normalisation de l'évaluation des éclairs d'arc dans les systèmes de traction en courant continu.
- Proposer une méthodologie basée sur le domaine temporel pour évaluer les courants de défaut d'arc dans les systèmes de traction en courant continu, pouvant être incluse dans la norme IEEE 1653.3 (Figure 5).



Figure 5. Norme IEEE 1653.3 (Guide for rail transit traction power systems modeling) [7]

RÉFÉRENCES

- Occupational Safety and Health Administration (OSHA), "Accident Investigation Detail: Report ID 201262094," U.S. Department of Labor. [En ligne].
- PresJPol, "WMATA Federal Center SW explosion (Third Rail insulator arcing)," YouTube, 5 mai, 2016.
- "Exclusive: Man Catches Video Of MTA Worker Caught In Blast On Subway Track," CBS New York.
- M. Berger, J. -P. M. Grave, C. Lavertu, I. Kocar, J. Mahseredjian et D. Ferrara, "Modeling, Simulation, and Testing of Switching Surge Transients in Rapid Transit Vehicles DC Power Systems," IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 54, no. 1, pp. 822-831, Jan.-Fév. 2018.
- M. Berger, C. Lavertu, I. Kocar et J. Mahseredjian, "Performance Analysis of DC Primary Power Protection in Railway Cars Using a Transient Analysis Tool," 2015 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), Montreal, QC, Canada, 2015, pp. 1-7.
- A. D. Stokes et W. T. Oppenlander, "Electric arcs in open air," J. Phys. D, Appl. Phys., vol. 24, no. 1, pp. 26-35, Jan. 1991.
- IEEE Guide for Rail Transit Traction Power Systems Modeling, IEEE Std 1653.3, 2021.