

Mise en contexte

- Les sous-stations ferroviaires à courant continu utilisent typiquement des redresseurs à diodes à 12 impulsions pour l'alimentation des trains.
- Dans ces systèmes, l'étude du courant de court-circuit est essentielle pour la conception, la protection et le dimensionnement des équipements [1]-[2].

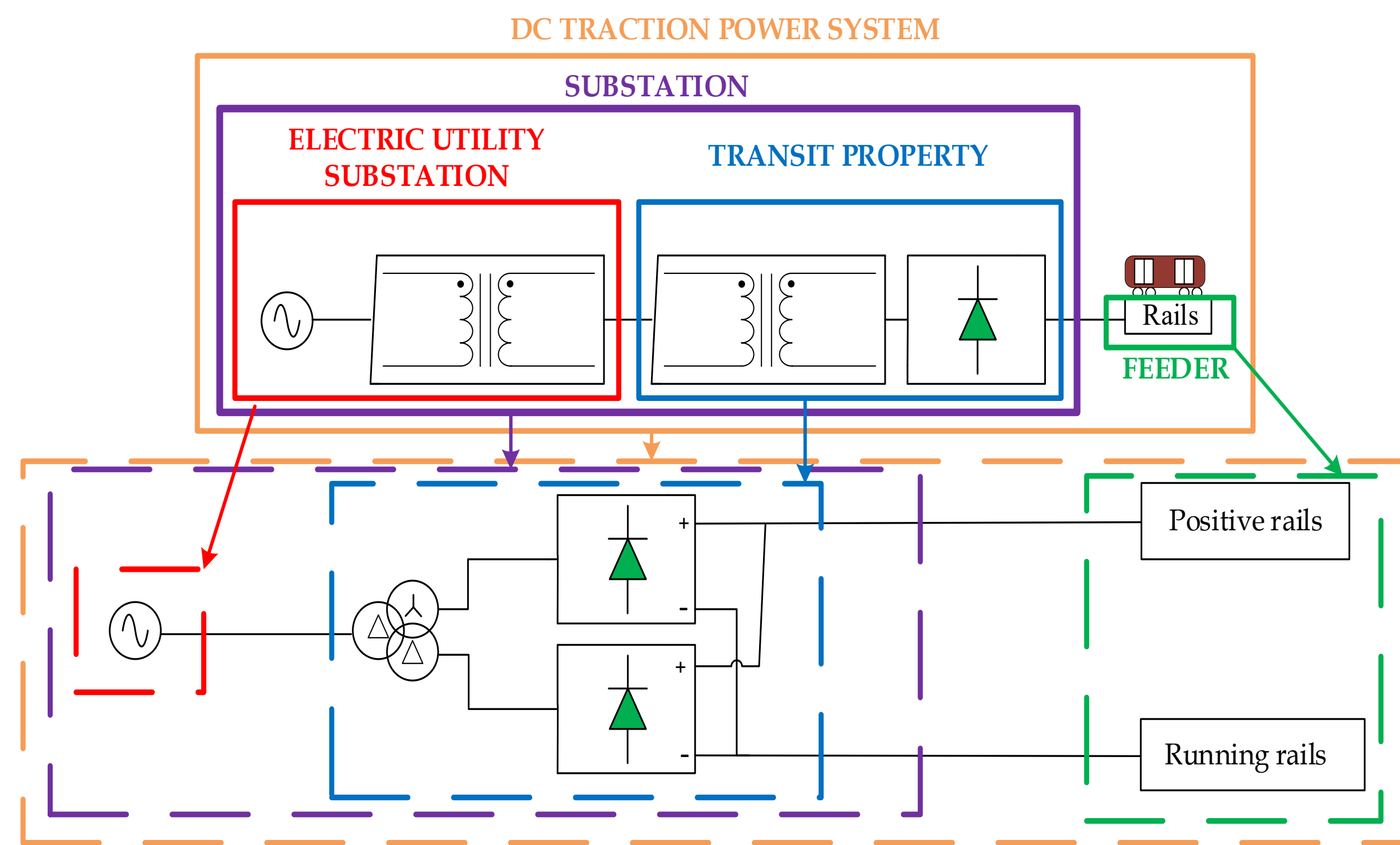


Figure 1: Système d'alimentation de traction DC

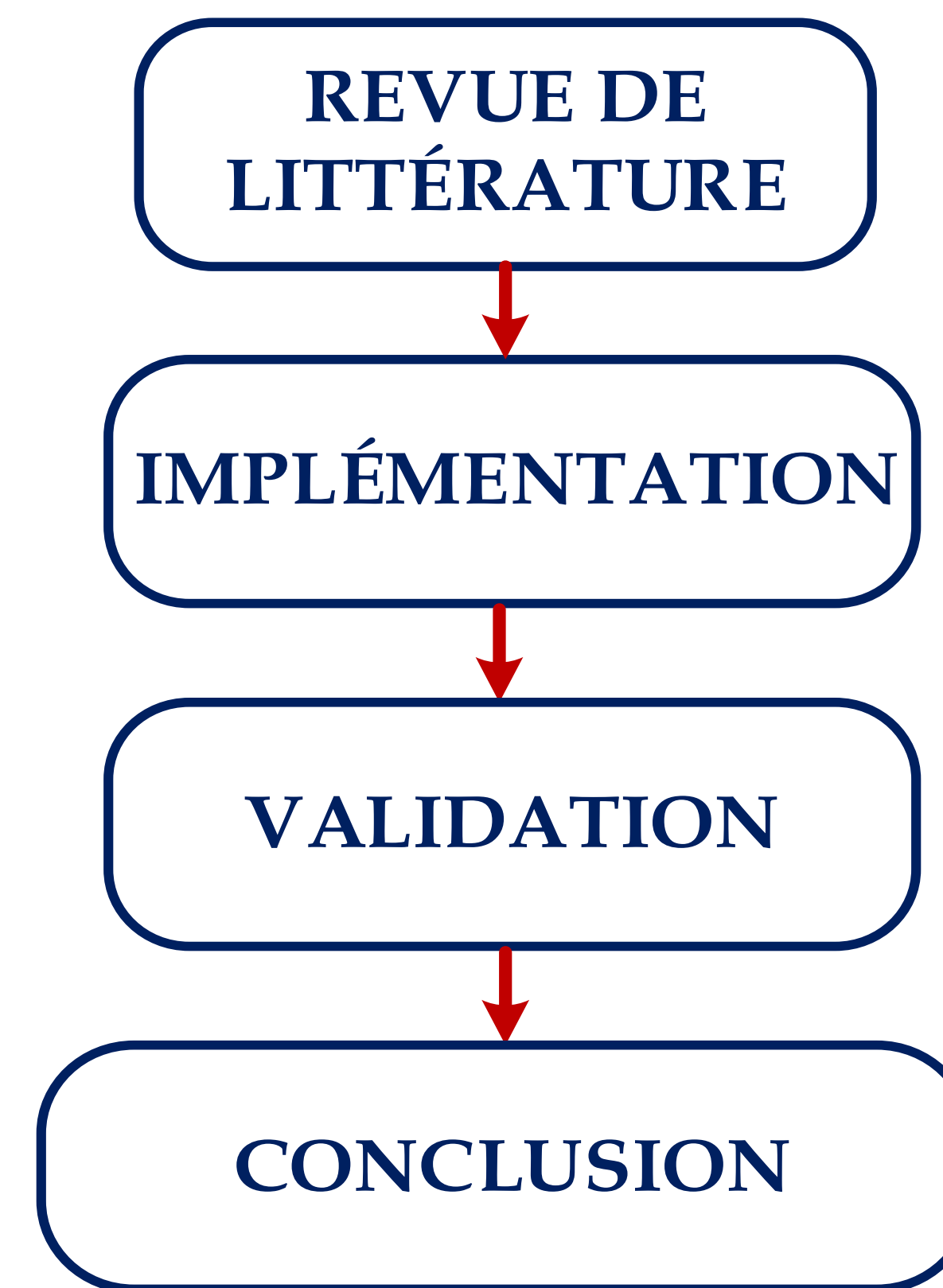
Problématique

- Les modèles détaillés reproduisent fidèlement le comportement du courant de court-circuit, mais sont complexes à implémenter et nécessitent un temps de calcul élevé.
- Les modèles simplifiés permettent de réduire le temps de calcul, mais présentent des limites de précision dans la reproduction de la forme d'onde, tant en régime transitoire qu'en régime permanent.
- Le développement de modèles simplifiés nécessite donc un compromis entre précision, simplicité et temps de calcul.

Objectifs

- Développer sous le logiciel EMTP® un **modèle détaillé** de référence d'une sous-station ferroviaire à courant continu afin d'analyser les caractéristiques du courant de court-circuit.
- Développer et implémenter sous EMTP® des **modèles simplifiés** capables de représenter le comportement électrique du système avec une complexité réduite.
- Valider ces modèles à travers plusieurs cas de défaut, proches et éloignés, en évaluant leur capacité à reproduire la réponse temporelle du modèle détaillé.

Méthodologie



Modèles implémentés sous EMTP®

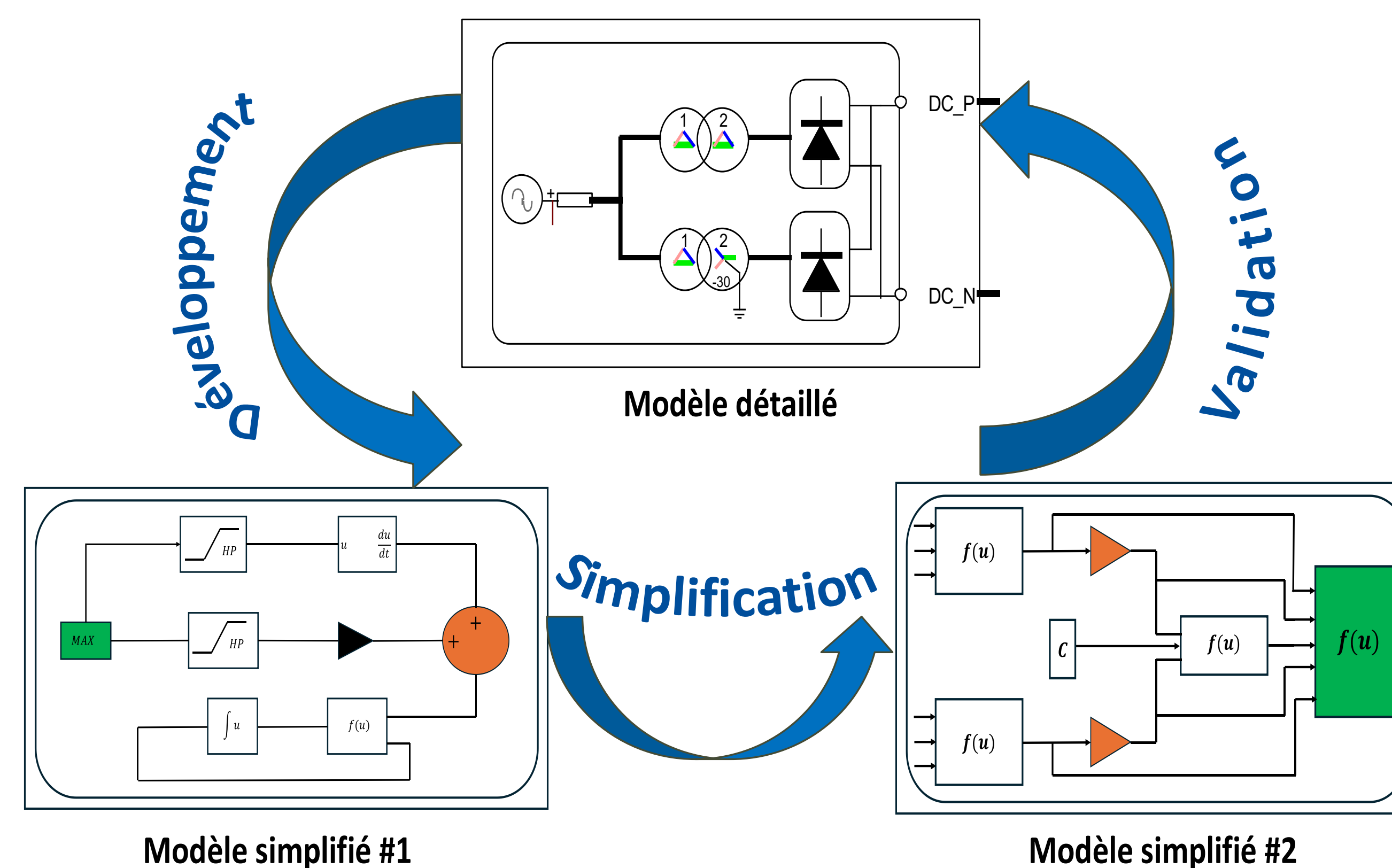


Figure 2 : Exemple des modèles dans EMTP®

- Trois modèles ont été développés et implémentés sous EMTP® : un modèle détaillé de référence [3] et deux modèles simplifiés basés sur [4]-[7].
- Les modèles simplifiés ont été formulés de manière à conserver les caractéristiques essentielles de la réponse en court-circuit tout en réduisant la complexité des équations à résoudre.
- Des scénarios de défaut sont configurés sous EMTP®, notamment des défauts locaux et éloignés pour valider la précision des modèles.

Validation des modèles

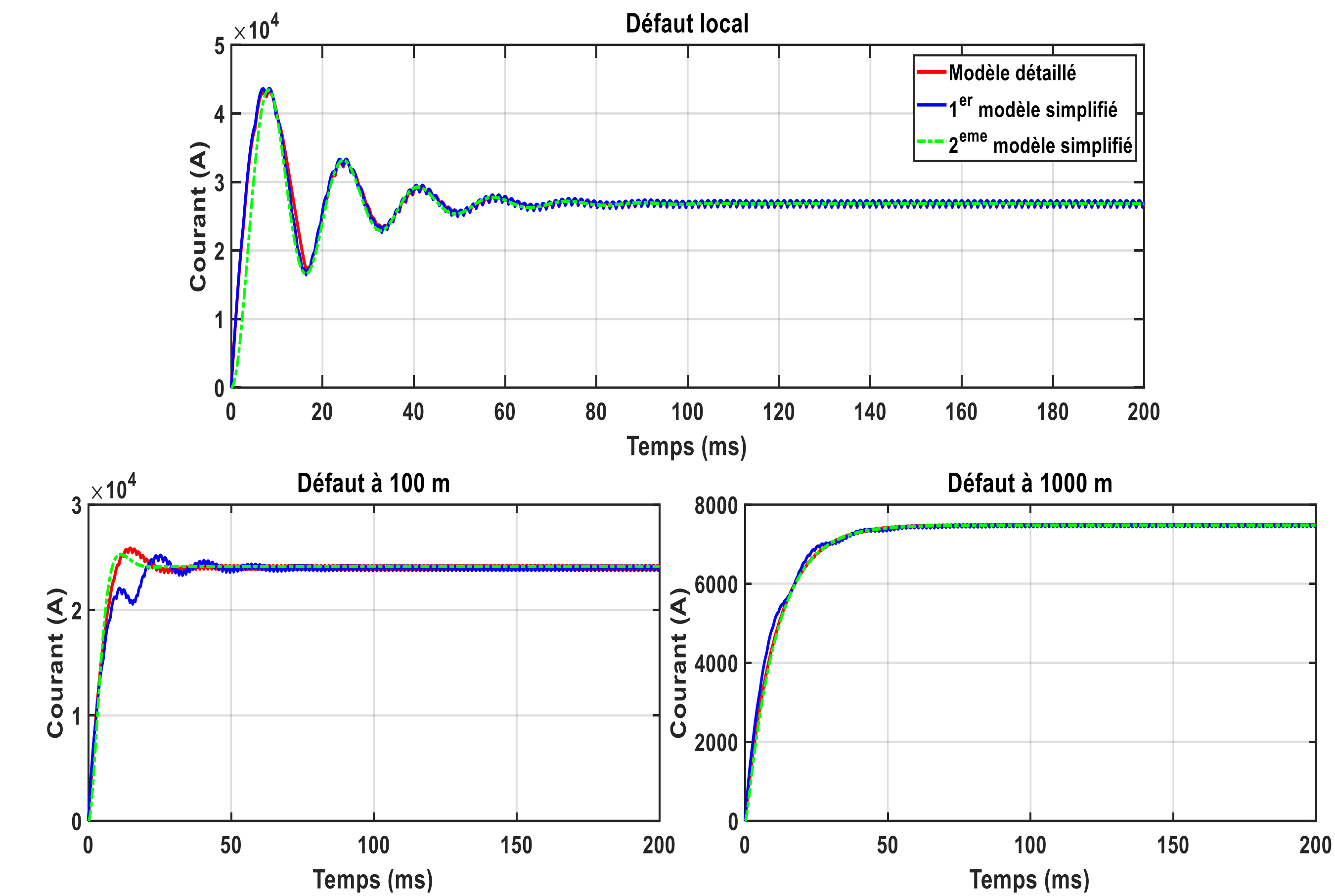


Figure 3 : Validation des modèles simplifiés sous différents scénarios de défaut.

Évaluation des performances

Paramètre	Modèle simplifié 1	Modèle simplifié 2
Erreur sur le pic	0,59 %	1,07%
Régime permanent	0,25 %	0,17 %
RMSE	1031 A	420 A

Conclusion

- Bonne concordance entre modèle détaillé et modèles simplifiés
- Faibles erreurs sur le pic, le régime permanent et le transitoire.
- Prochaine étape** : Analyse comparative détaillée du temps de calcul (tâche par tâche).

Références

- S. Bai and S. M. Lukic, "Unified Active Filter and Energy Storage System for an MW Electric Vehicle Charging Station," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 60, no. 7, pp. 2547–2559, 2013.
- M. Xia, Y. Zhou, H. Yang, Y. Tai, and Y. Huang, "Short-Circuit Characteristics of DC Traction Power Supply System," 2020.
- M. Berger et al., "Performance Analysis Tool for DC Railway Power Protection in Railway Cars," in *Proc. IEEE Vehicle Power and Propulsion Conf.*, 2016.
- M. Pozzobon, "DC Railway Line Protection," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 1998.
- J. Pires et al., "Second-Order Model for Short-Circuit Fault Currents in DC Traction Systems," 2008.
- D. J. Tylavsky et al., "Identification of Dynamic System Parameters Using Second-Order Approximation," *IEEE Transactions on Power Systems*, 1992.
- D. J. Tylavsky et al., "Frequency-Dependent Modeling of Electrical Systems for Transient Analysis," *IEEE Transactions on Power Delivery*, 1997.