

CONTEXTE

- La transition vers les sources d'énergie renouvelables entraîne une **dépendance croissante aux convertisseurs d'électronique de puissance** dans les réseaux électriques [1].
- Des **analyses détaillées dans le domaine temporel**, à l'aide d'outils de simulation sont nécessaires pour prédire leurs impacts sur les réseaux électriques [2].
- La **simulation rapide et précise** de l'électronique de puissance **demeure un défi** en raison de leur structure variable dans le temps, de leur réponse non linéaire et de leur dynamique de commutation [3].

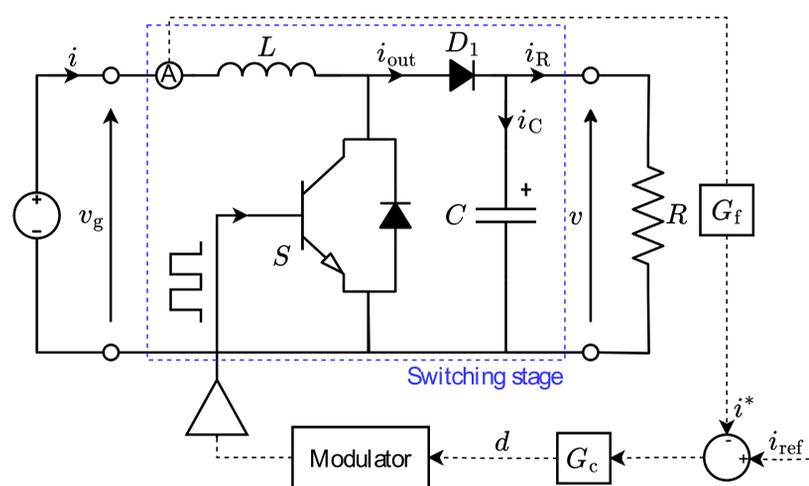


Figure 1. Circuit du convertisseur Boost.

OBJECTIFS

- Générer une **base de données diversifiée** du convertisseur de type Boost pour différents points d'opérations.
- Modéliser le convertisseur Boost à l'aide de **réseaux neuronaux basés sur la physique**.
- Quantifier les performances en termes de **précision et temps de calcul**.
- Comparer les performances avec les **méthodes de résolutions conventionnelles**.
- Implémenter le modèle par apprentissage dans un logiciel de simulation en domaine temporel.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été financé par Mitacs, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), ainsi que par OPAL-RT Technologies.

MÉTHODOLOGIE

- Modélisation avec un réseau de neurones de type **BiLSTM**:

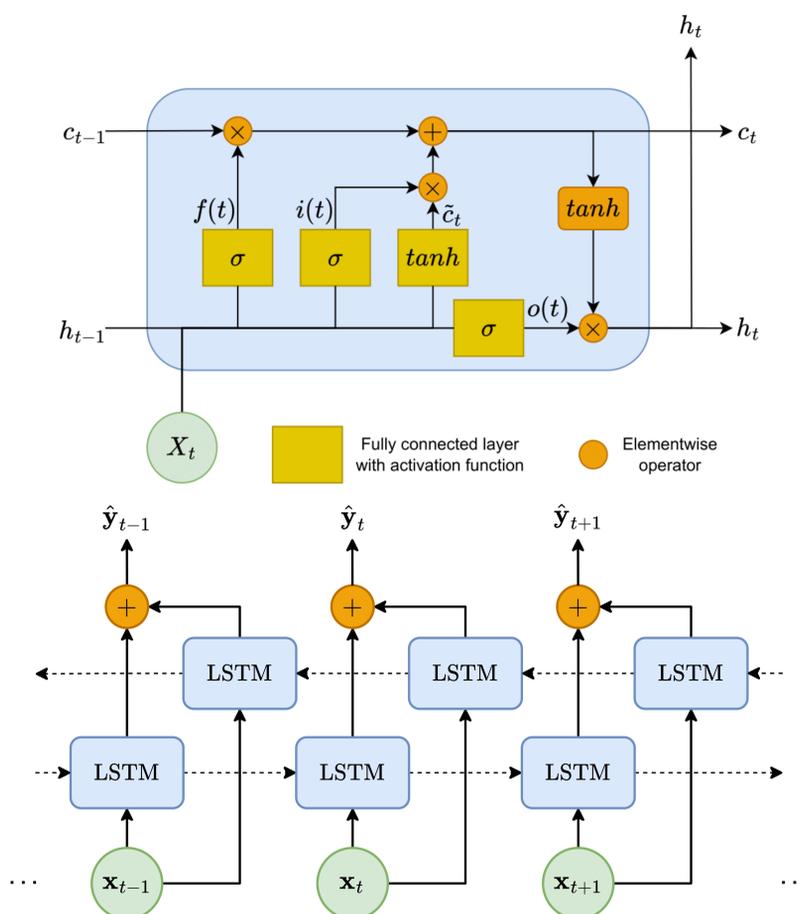


Figure 2. Représentation d'une cellule LSTM et d'un réseau de type BiLSTM [4].

$$\hat{y}_{FCNN,t} = FCNN(\mathbf{x}_t; \mathcal{W}_{FCNN})$$

$$\hat{y}_{BiLSTM,t} = BiLSTM(\mathbf{x}_t; \mathcal{W}_{BiLSTM})$$

- Intégration de la physique en **pénalisant les prédictions** qui ne respectent pas la conservation de l'énergie.

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{RMSE} + \lambda \mathcal{L}_{PBE} \rightarrow \text{Basé sur la physique}$$

$$\mathcal{L}_{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\hat{y}_t - y_t)^2}$$

$$\mathcal{L}_{PBE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |\langle P_{in} \rangle_{T_s,t} - \langle P_{out} \rangle_{T_s,t}|$$

RÉFÉRENCES

- S. Peyghami, F. Blaabjerg, and P. Palensky, "Incorporating power electronic converters reliability into modern power system reliability analysis," *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, vol. 9, no. 2, pp. 1668–1681, 2021.
- S. Peyghami, P. Palensky, and F. Blaabjerg, "An overview on the reliability of modern power electronic based power systems," *IEEE Open Journal of Power Electronics*, vol. 1, pp. 34–50, 2020.
- J. A. Martinez-Velasco, *Transient analysis of power systems: solution techniques, tools and applications*. John Wiley & Sons, 2014.
- P. Qashqai, K. Al-Haddad, and R. Zgheib, "Modeling power electronic converters using a method based on long-short term memory (LSTM) networks," in *IECON 2020 The 46th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 2020, pp. 4697–4702.

RÉSULTATS

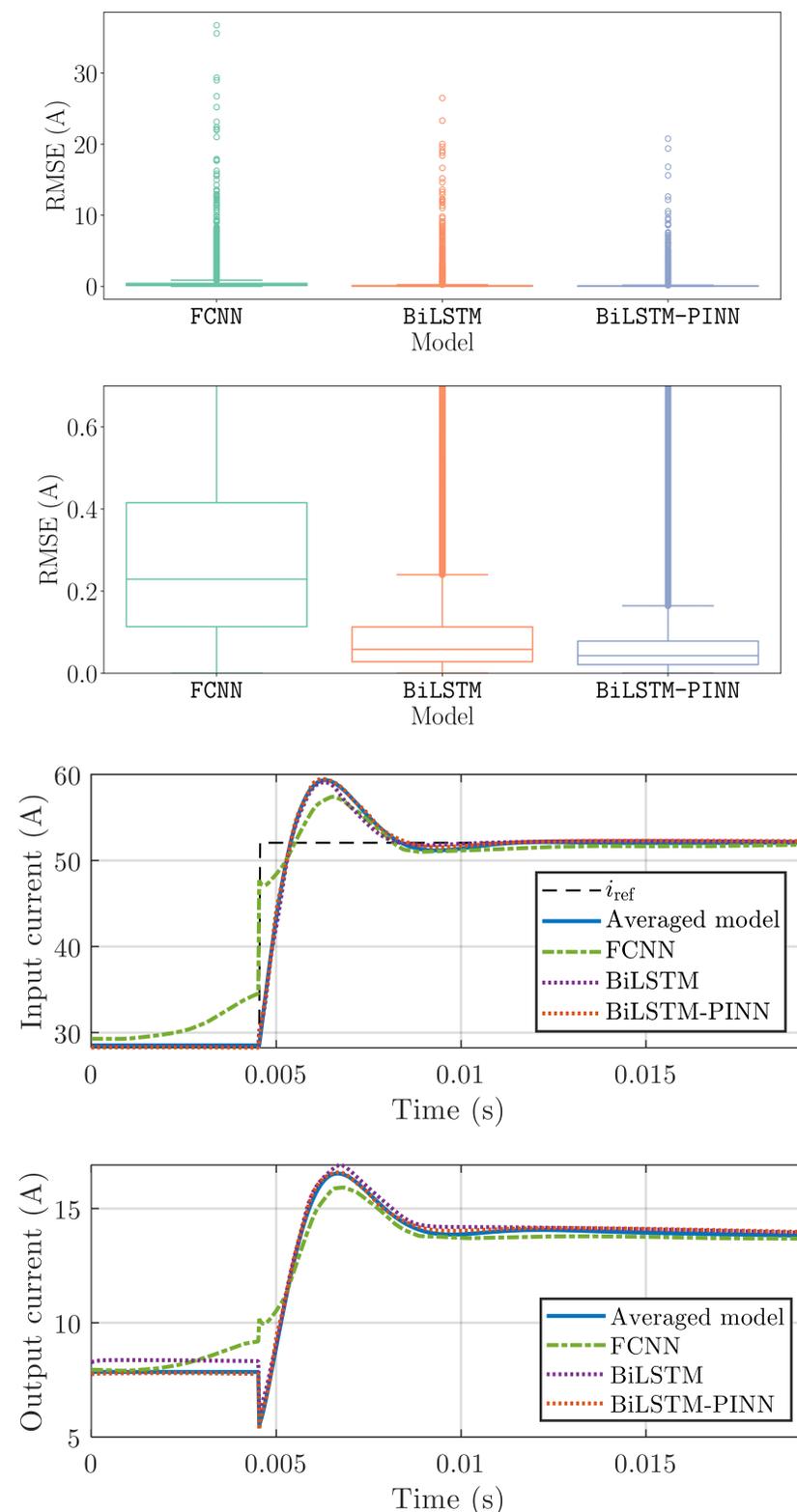


Figure 3. Distribution de l'erreur des modèles et exemple de prédictions pour une augmentation du courant de $\approx 83\%$.

CONCLUSION ET TRAVAUX FUTURS

- Généraliser à des modèles physiques plus complexes.
- Généraliser à d'autres topologies de convertisseur.
- Implémenter le modèle par apprentissage dans un logiciel de simulation temporel.