



M4CAST

Multiphysics Modelling, Machine learning and Model-based Control in Accelerator Sciences and Technologies

by Adnan Ghribi GANIL / Division Opération Développement
on July 11, 2022

» **Sommaire**

1. Contexte

2. Structuration & Objectifs

3. Ressources

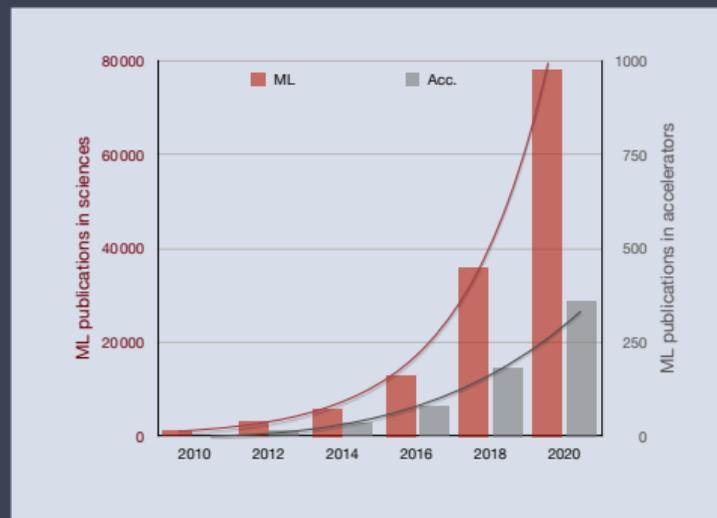
4. Perspectives court et moyen terme

5. Conclusion

Contexte

» Contexte

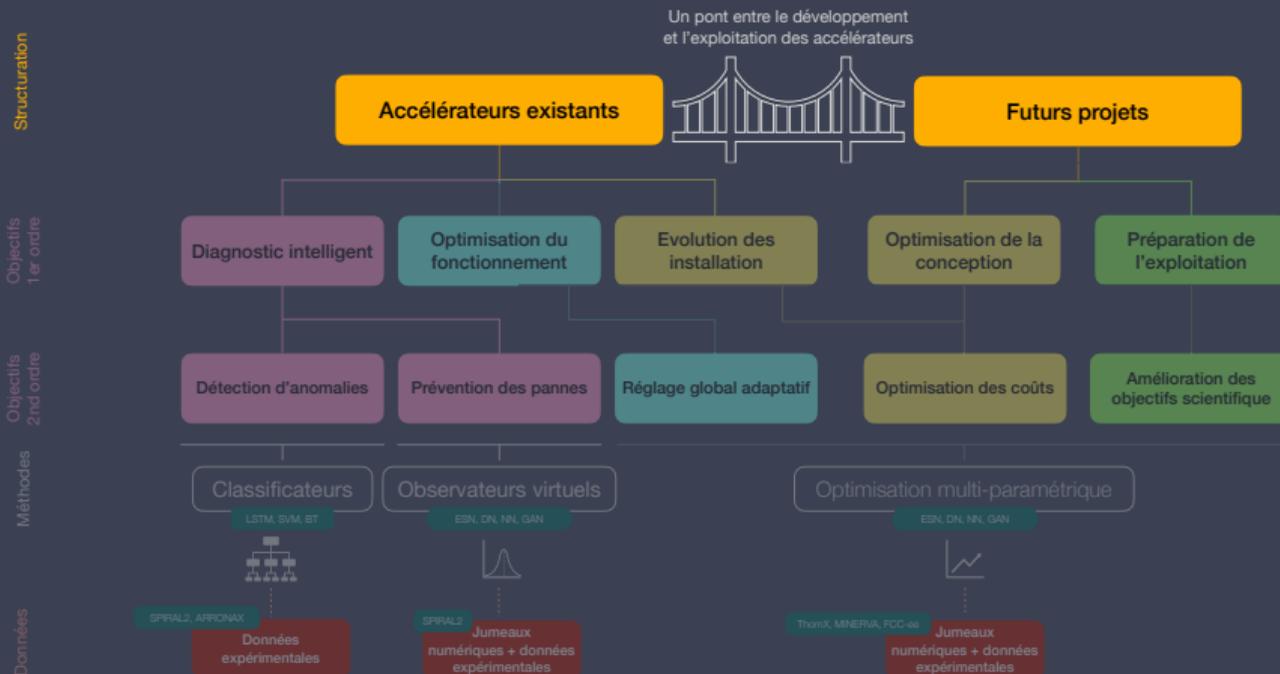
- * L'intelligence artificielle a pénétré quasiment toutes les disciplines scientifiques ;
- * Une dynamique importante aux USA ;
Opportunities in Machine Learning for Particle Accelerators, A. Edelen et al. ;
e-Print: [1811.03172](https://arxiv.org/abs/1811.03172)[physics.acc-ph] (2018)
- * Les efforts émergents en Europe et en particulier en France souffrent d'un manque de synergie et d'organisation.



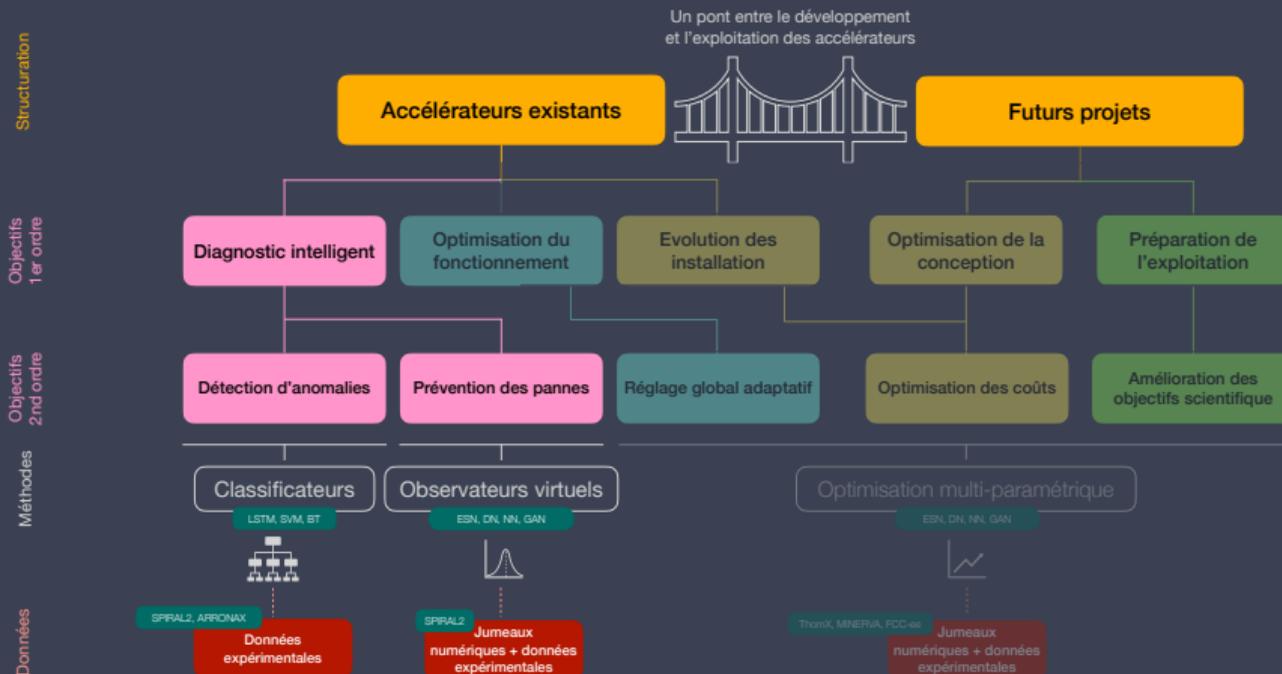
Nombre d'articles publiés en ML pour les sciences et en ML pour les accélérateurs - ArXiv + Google Scholar

Structuration & Objectifs

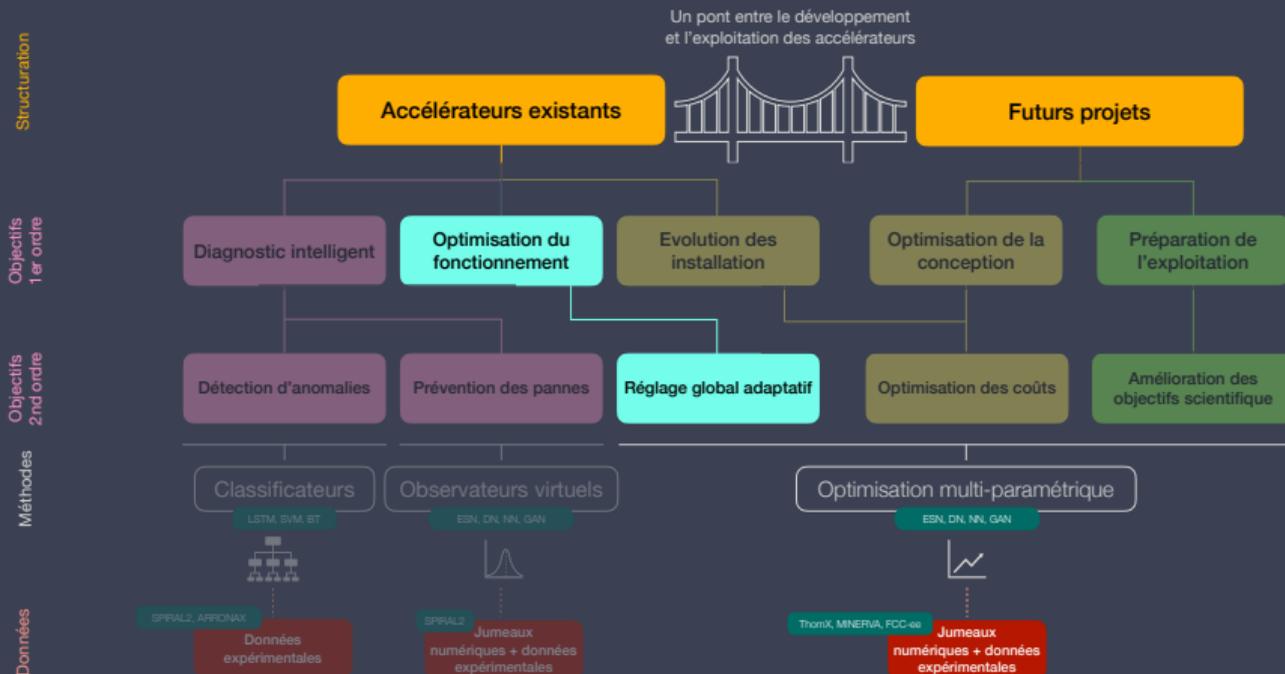
» Structuration et objectifs



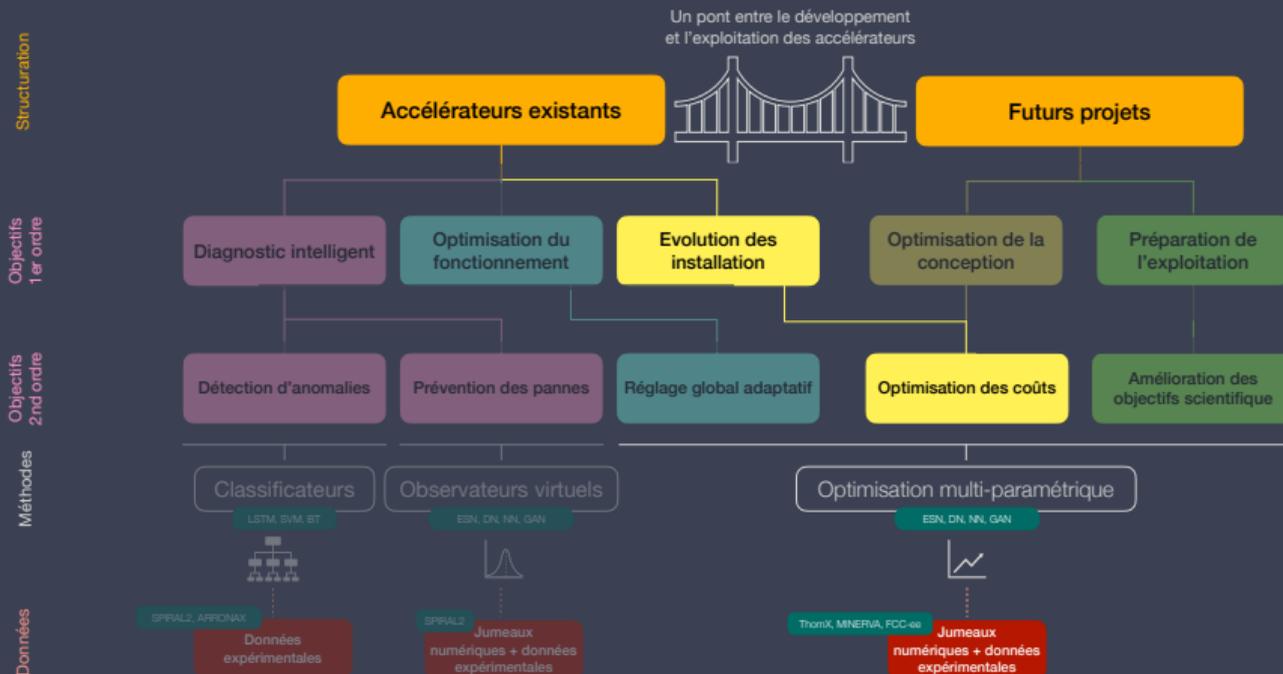
» Structuration et objectifs



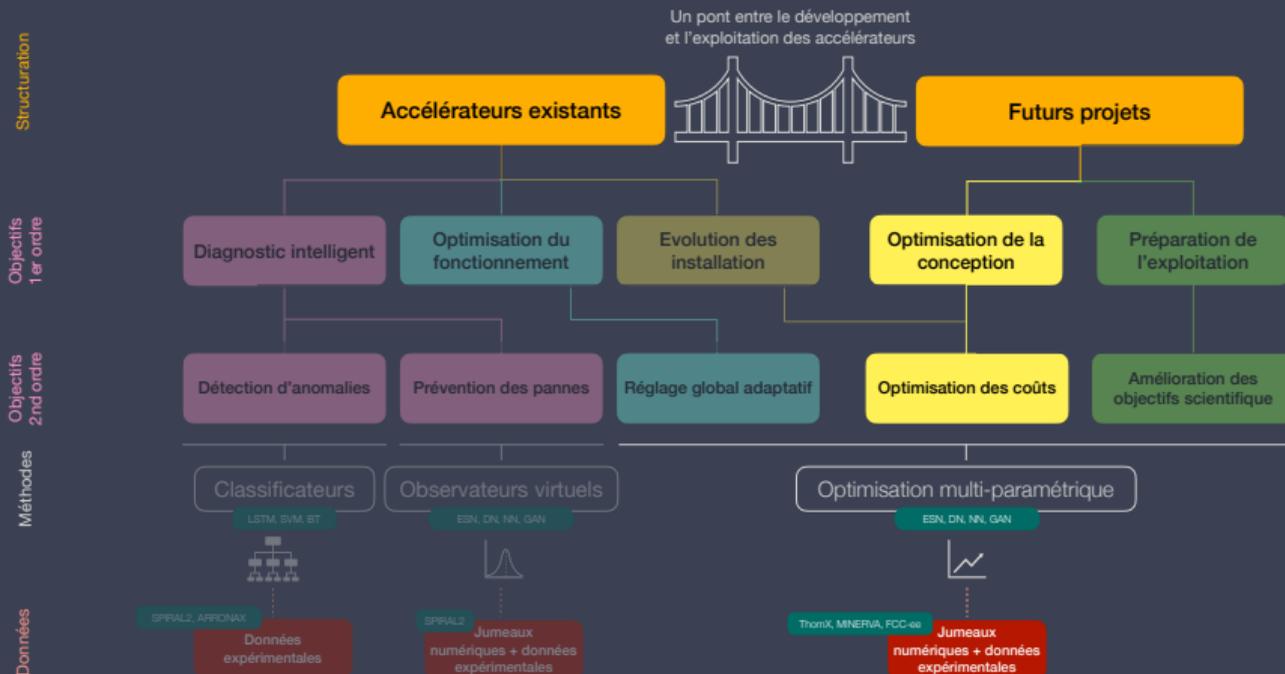
» Structuration et objectifs



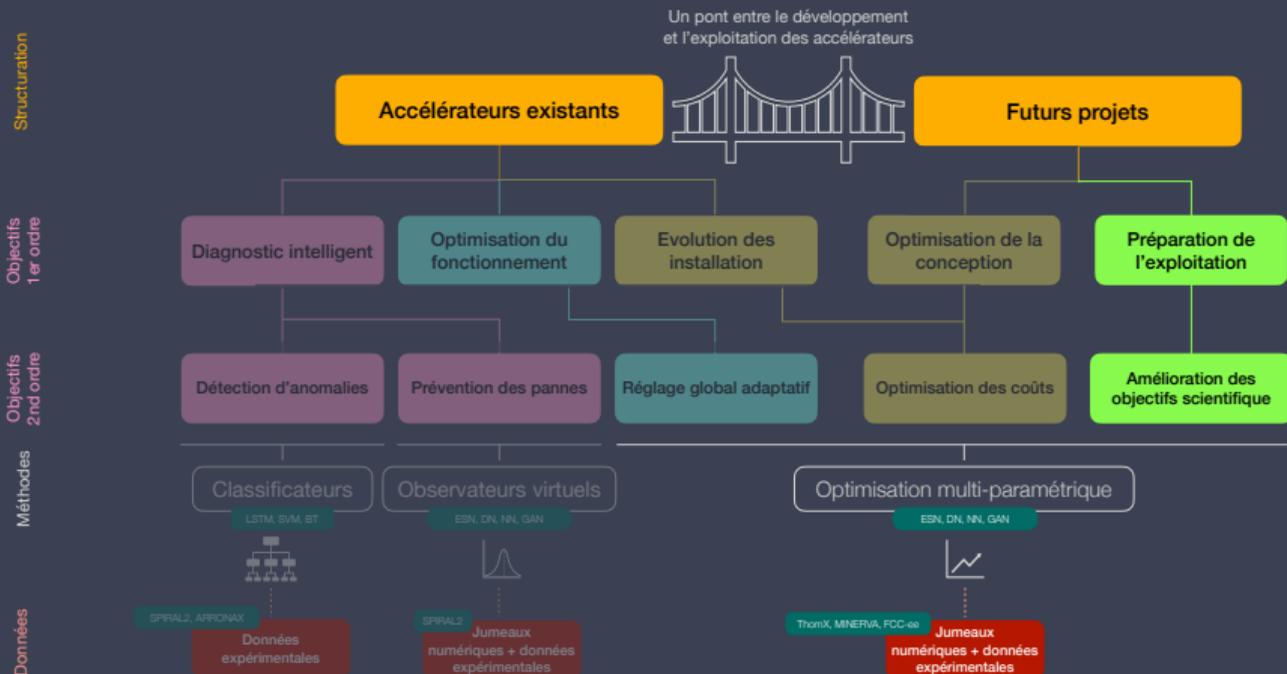
» Structuration et objectifs



» Structuration et objectifs

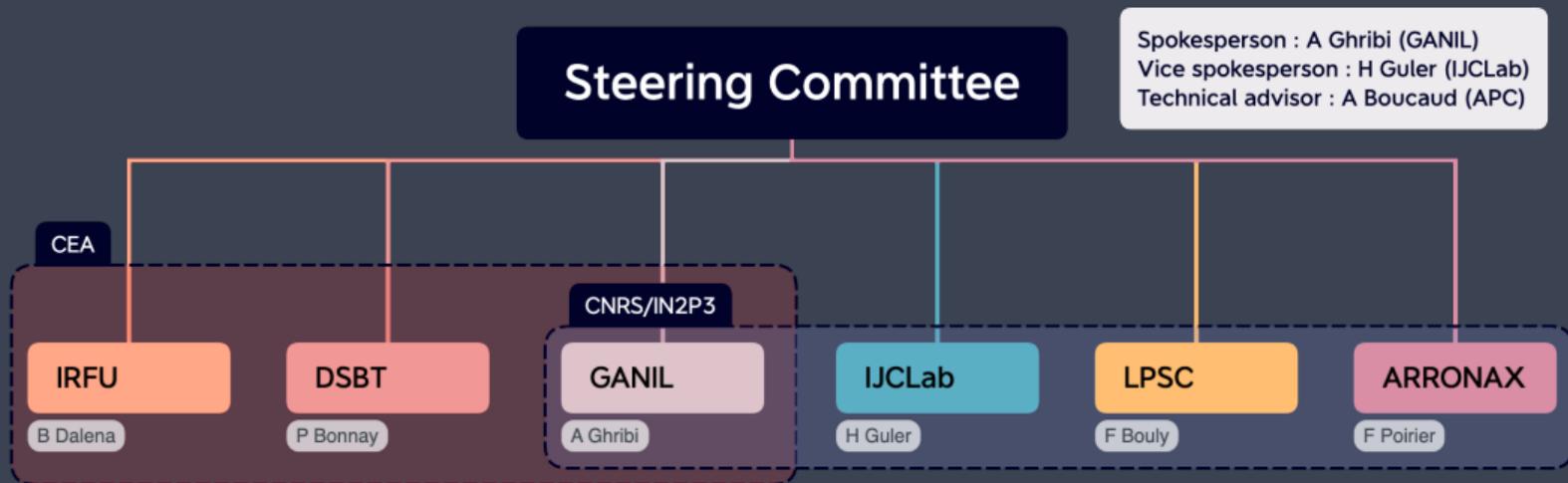


» Structuration et objectifs



» Structuration et objectifs

(Preliminaire)



Ressources

» Ressources

Expérimentales

- * LINAC SPIRAL2 + Cyclotrons (GANIL)
- * ARRONAX
- * Banc cryogénique (DSBT/CEA)
- * Banc Minerva (IJClab)
- * XFEL (DESY)
- * ESS
- * ThomX

Calcul

- * 5000h attribuées sur Jean-Zay (IDRIS) - projet WVVB

Stockage

- * CC IN2P3

Humaines

- * Stages 2022 GANIL/IRFU/DSBT
- * Thèse en cours IJCLab
- * Postdoc en cours LPSC
- * Thèse GANIL (2022-2025)
- * CDD 1 an FCC-ee (2022-2023)

Perspectives court et moyen terme

» Perspectives court et moyen terme

Mai 2022 Dépôt PEPR NumPex Exascale
Modélisation multi-physique avancée

Oct. 2022 Dépôt ANR MRSEI
Préparation projet européen Horizon Infratec01 2024

Nov. 2022 Dépôt projet transverse IN2P3
Possible master projet in2p3

2023-2024 Construction roadmap nationale accélérateur
Pilotage in2p3
Inclue think-tank académie-industrie autour du ML

Autres Connexions avec d'autres projets Européens en cours ou en préparation
Ex. Eurolabs, Certifications de mise en production de codes, Stratégies de compensations dynamiques de défaillances pour MYRRHA, FCC-ee ...

Conclusion

» Conclusion

- * M4CAST : un consortium national émergeant qui se construit autour de l'IA pour les accélérateurs ;
- * Signature du MOU prévue à l'automne 2022 ;
- * S'inscrit dans le cadre de la construction d'une Roadmap nationale accélérateurs ;
- * S'inscrit dans une dynamique européenne émergente ;
- * La partie des données (pré-traitements, nettoyage, stockage etc ...) est centrale dans les développements court et moyen termes.

Questions ?

Merci !

Résultats préliminaires

» Résultats préliminaires

- * Détection/classification des défauts SP2

Metrics	SVM	LSTM
Accuracy	0.98	0.93
Precision	0.97	0.88
Recall	0.99	0.98
F_1 score	0.98	0.93

Performance index comparison between SVN¹ and LSTM² for valves anomaly detection with models generated data [Vassal et al. Frontiers (2022)].

^aEcho State Networks

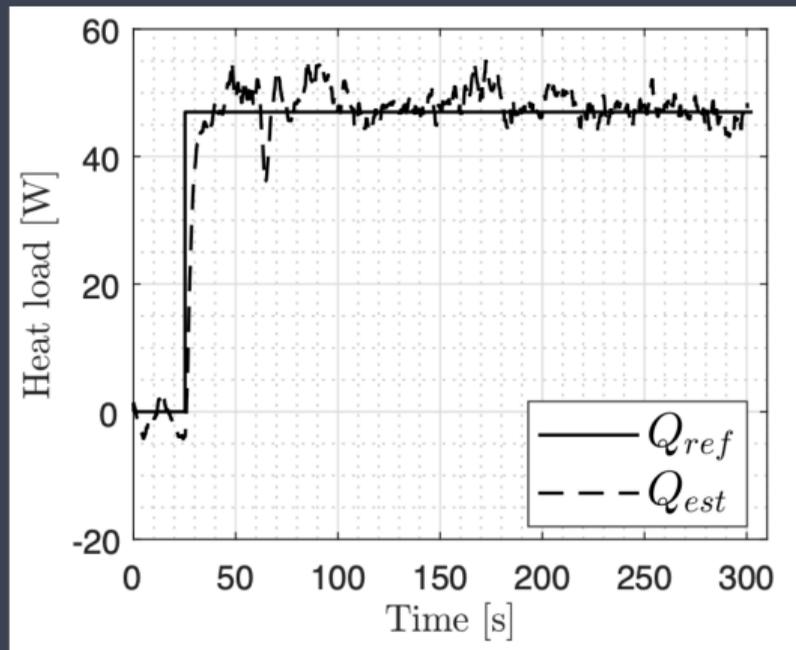
¹Support Vector Machines

²Long Short Term Memory Networks

» Résultats préliminaires

- * Détection/classification des défauts SP2
- * Observateurs virtuels basés des réseaux denses

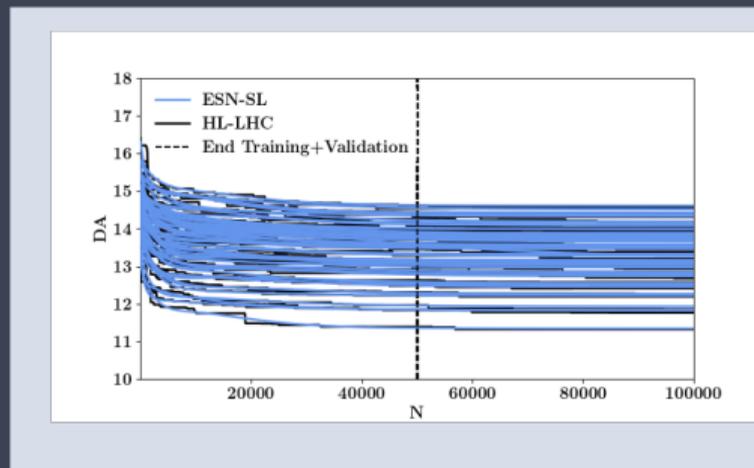
^aEcho State Networks



Heat load model based estimation step [A. Vassal et al. (2019)]

» Résultats préliminaires

- * Détection/classification des défauts SP2
- * Observateurs virtuels basés des réseaux denses
- * Prédiction de la zone de stabilité faisceau de l'espace des phases pour HL-LHC par ESN^a



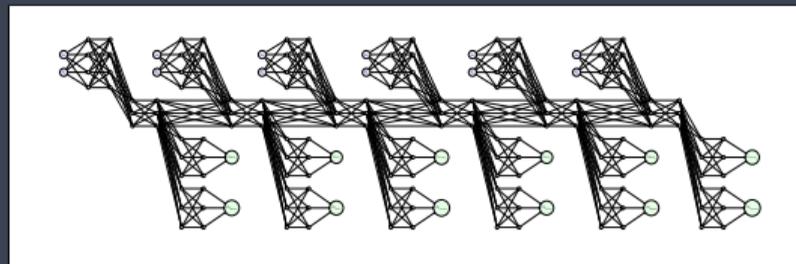
^aEcho State Networks

Prédiction de l'ouverture dynamique (DA) par ESN [Maxime Casanova ; B. Dalena, M. Ben Ghali (CEA, Irfu, DACM, Paris-Saclay University) ; L. Bonaventura (Politecnico di Milano) ; M. Giovanozzi (CERN)].

» Résultats préliminaires

- * Détection/classification des défauts SP2
- * Observateurs virtuels basés des réseaux denses
- * Prédiction de la zone de stabilité faisceau de l'espace des phases pour HL-LHC par ESN^a
- * Optimisation du réglage du LINAC ThomX par apprentissage profond

^aEcho State Networks



Architecture LINACnet (NN) pour une partie du LINAC ThomX. [E. Goutiere ; H. Guler ; C. Bruni ; J. Cohen ; M. Sebag]