



Regards croisés et besoins mutuels sur la quantification des incertitudes pour les réseaux de neurones

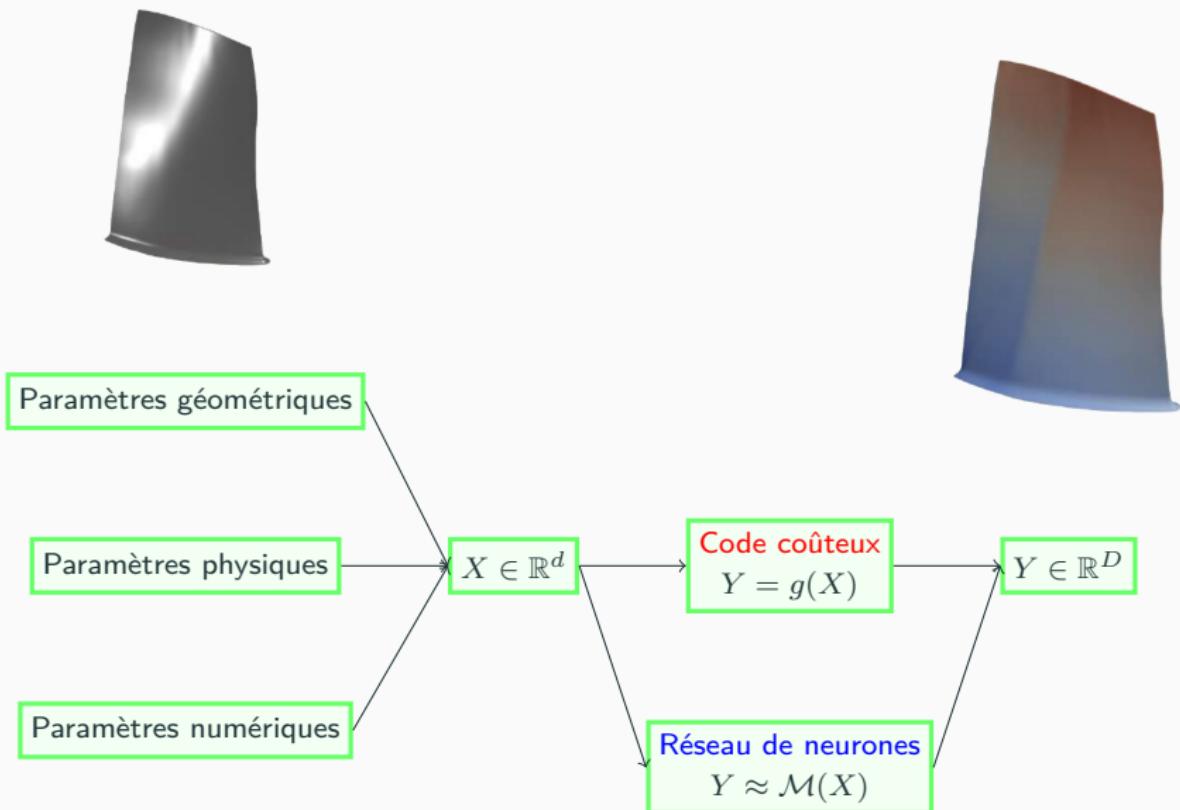
JOURNÉE D'INAUGURATION DU GIS LARTISSTE

18 octobre 2022

Objectifs du GT Incertitudes et réseaux de neurones

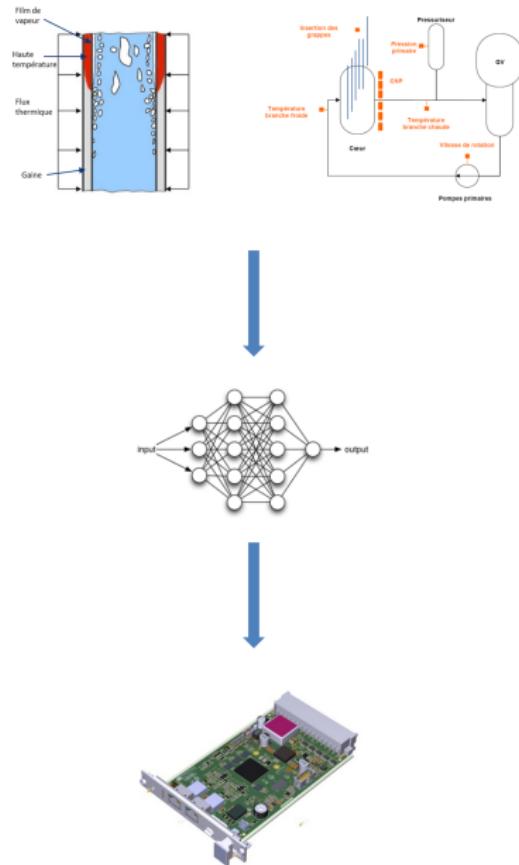
- **Besoin** : Nos métiers font de plus en plus souvent appel aux réseaux de neurones dans leurs activités. D'où un besoin croissant d'être capable de quantifier l'incertitude quand ces méthodes sont utilisées.
- **Compétences** : Renforcer chez les partenaires le pôle de compétences en mathématiques appliquées, statistiques, data science et intelligence artificielle, utilisables de manière transverse pour tous métiers.
- **Objectifs** : Fournir un guide méthodologique pour les ingénieurs en indiquant, en fonction du problème à résoudre et de l'architecture choisie, une méthode de quantification d'incertitudes adéquate. Ce guide méthodologique devra être accompagné d'illustrations sur des études inspirées de problèmes industriels.

Exemple SAFRAN : Métamodélisation de grands codes de simulation



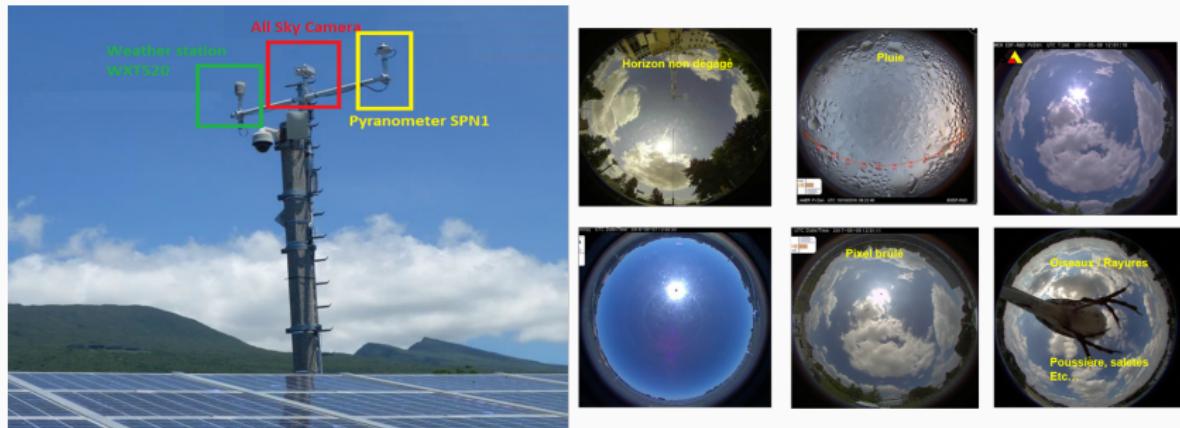
Exemple Framatome : Implémentation de métamodèles dans un contrôle-commande de sûreté

- Les chaînes de protection et de surveillance du cœur des réacteurs à eau pressurisée calculent en ligne le RFTC (Rapport de Flux Thermique Critique) afin d'évaluer les marges vis à vis de la crise d'ébullition, à l'aide d'un algorithme reposant sur une modélisation physique simplifiée
- Objectif du projet de R&D : implémenter un métamodèle (réseau de neurones) d'un code de référence modélisant la physique du cœur sur une carte FPGA (produit TXS Compact) classée pour des fonctions de sûreté
- Premiers résultats prometteurs vis à vis du gain en précision de la grandeur physique reconstruite en ligne, en vitesse de calcul, en validation sur des transitoires accidentels simulés
- Nécessite une démarche scientifique robuste de quantification d'incertitudes en vue d'une hypothétique phase d'instruction devant l'IRSN



Exemple EDF : prévision photovoltaïque par images au sol

- Données : > 7 millions d'images fisheye et de rayonnements solaires au pas 10s

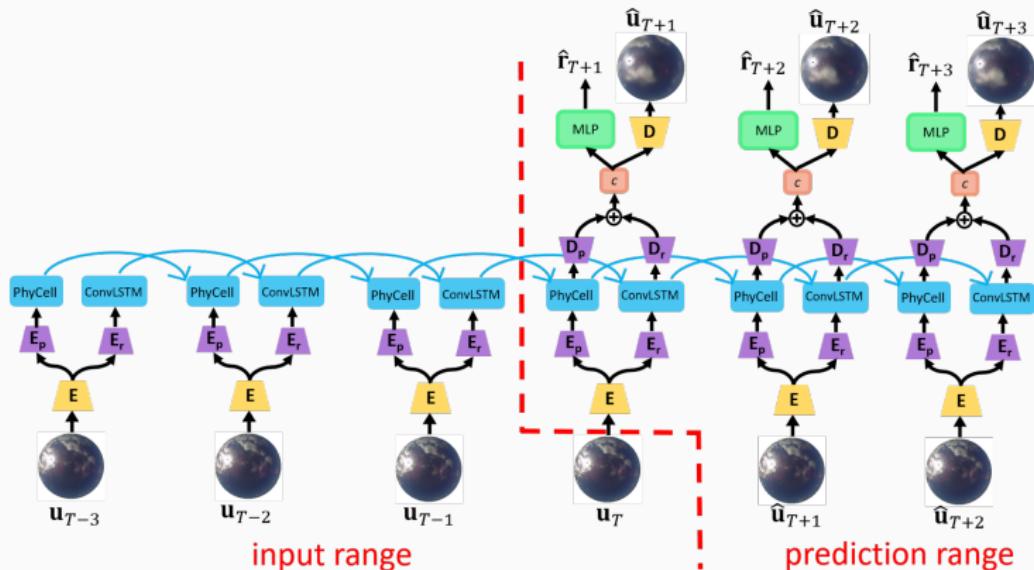


2 objectifs :

- **Estimation** : valeur du rayonnement correspondant à l'image courante : un réseau de neurones convolutif donne de très bons résultats
- **Prévision** : extrapolation des rayonnements futurs à partir d'images passées : nécessite des modèles de prévision plus évolués

Exemple EDF : prévision photovoltaïque par images au sol

- Prévision de l'irradiance solaire à court-terme (0-20min) à partir des images passées : un modèle de deep learning inspiré par la physique a été développé¹
- Quelle incertitude sur la série temporelle prédite ?

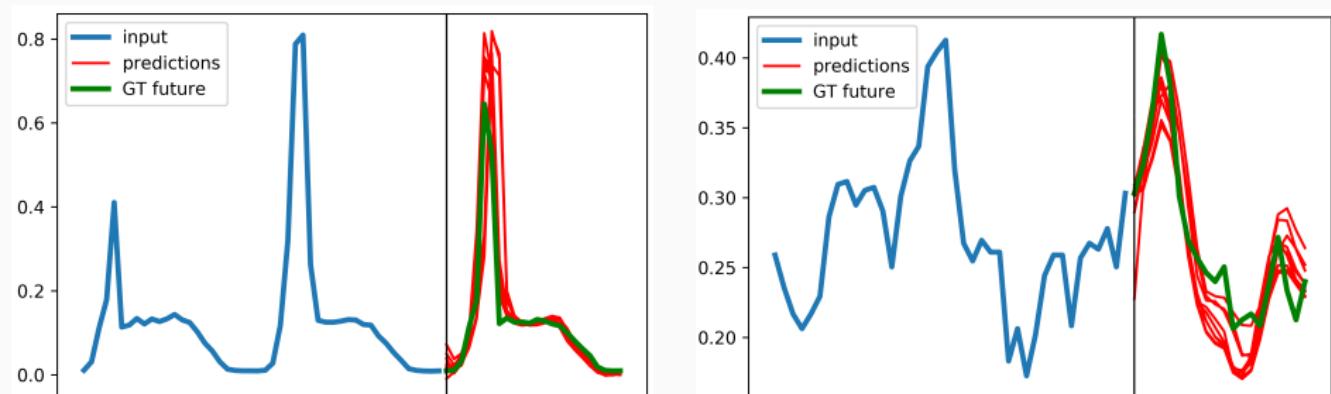


1. Vincent LE GUEN et Nicolas THOME (2020a). "Disentangling physical dynamics from unknown factors for unsupervised video prediction". In : *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, p. 11474-11484.

Exemple EDF : prévision photovoltaïque par images au sol

Prédition probabiliste :

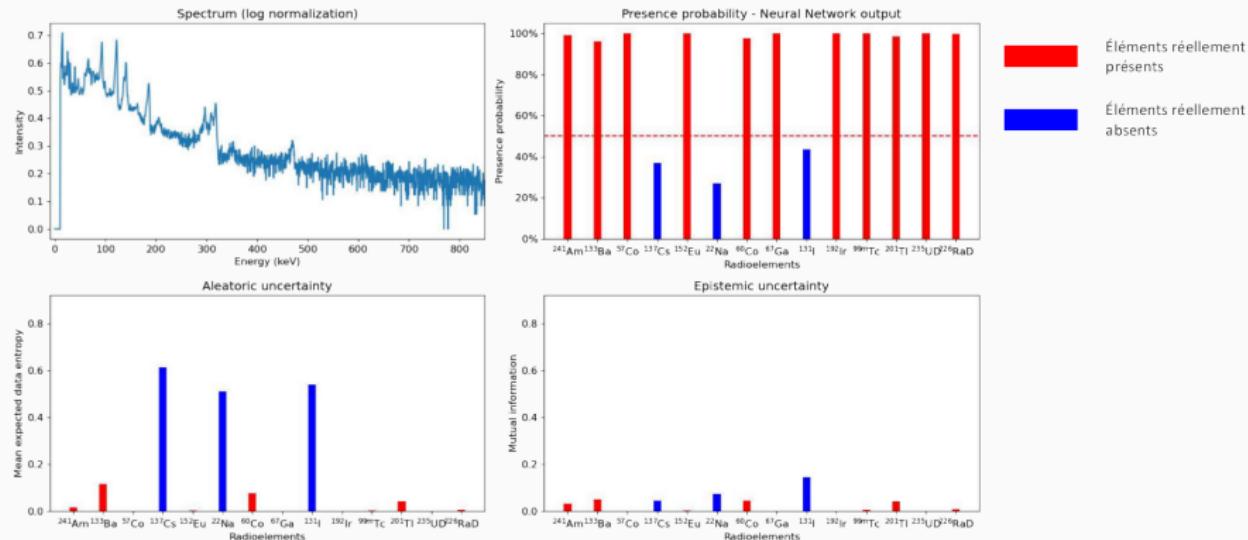
- Modèle de prédition de plusieurs trajectoires possibles avec diversité structurée en forme et temps²
- Quels liens entre ces divers scenarios et l'incertitude prédictive ?



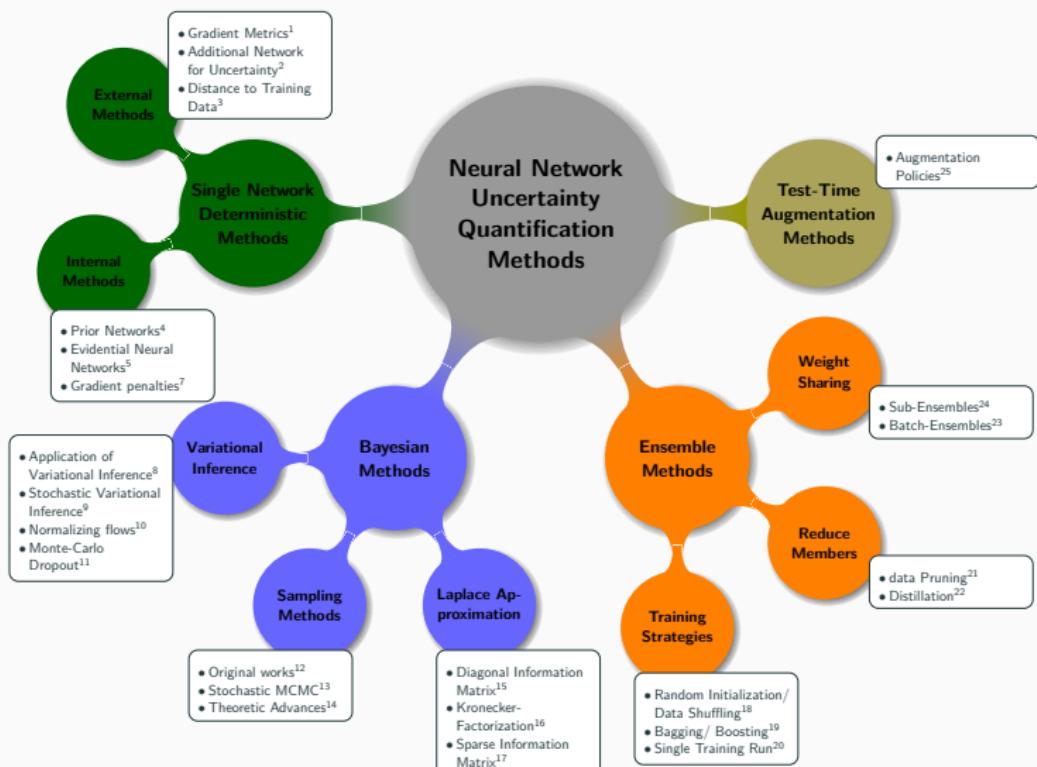
2. Vincent LE GUEN et Nicolas THOME (2020b). "Probabilistic time series forecasting with shape and temporal diversity". In : *Advances in Neural Information Processing Systems* 33, p. 4427-4440.

Exemple CEA : application spectrométrie gamma

- ALB3DO : Laboratoire commun CEA et 3DPLUS



Point de départ : la revue de Gawlikowski et al. 2021³



3. Jakob GAWLIKOWSKI et al. (2021). "A Survey of Uncertainty in Deep Neural Networks". In : arXiv :2107.03342.