



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

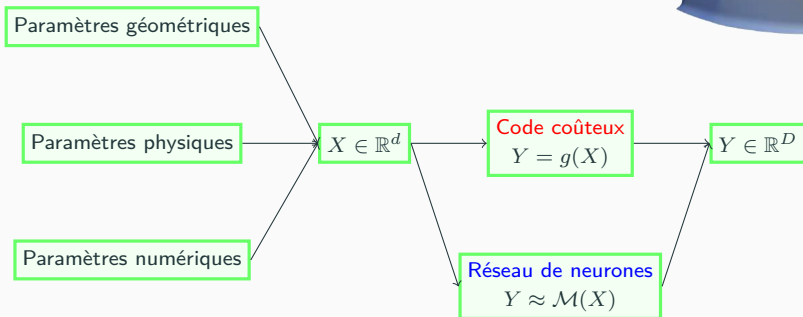
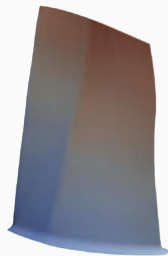
JOURNÉE D'INAUGURATION DU GIS LARTISSTE

---

18 octobre 2022

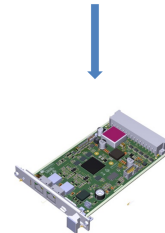
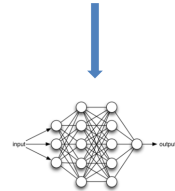
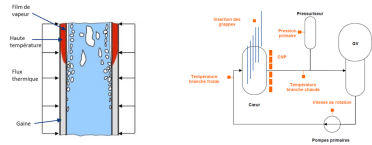
- **Besoin** : Nos métiers font de plus en plus souvent appel aux réseaux de neurones dans leurs activités. D'où un besoin croissant d'être capable de quantifier l'incertitude quand ces méthodes sont utilisées.
- **Compétences** : Renforcer chez les partenaires le pôle de compétences en mathématiques 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



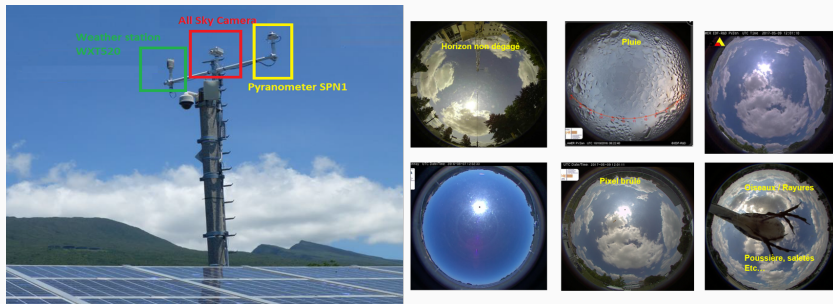
# Exemple Framatome : Implémentation de métamodèles dans un contrôle-commande de sûreté

- 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

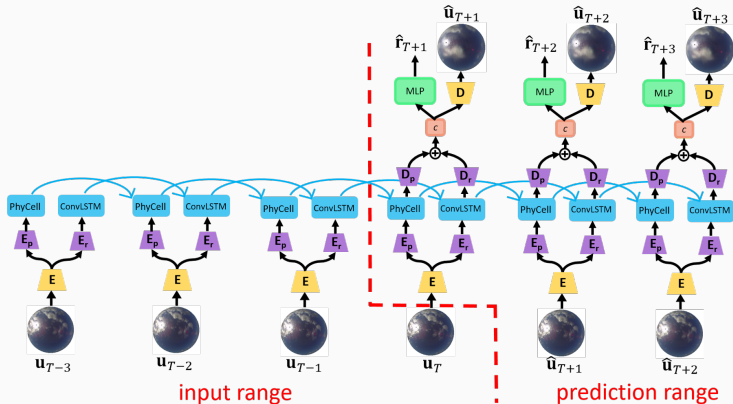


## 2 objectifs :

- 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 développé<sup>1</sup>
- Quelle incertitude sur la série temporelle prédite ?

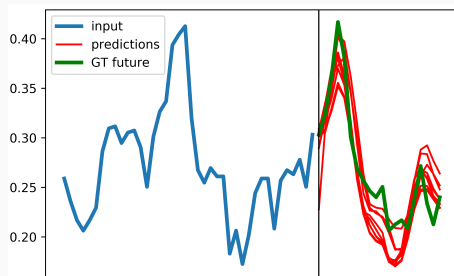
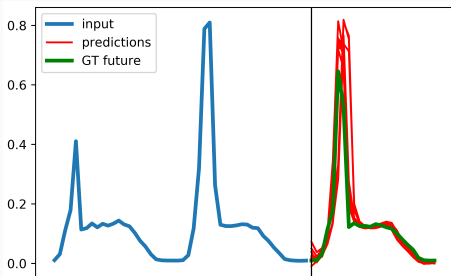


1. Vincent LE GUEN et Nicolas THOME (2020a). "Disentangling physical dynamics from unknown factors for unsupervised video prediction". In : *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, p. 11474-11484.

# Exemple EDF : prévision photovoltaïque par images au sol

## Prédiction probabiliste :

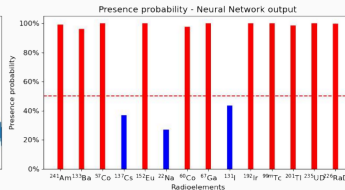
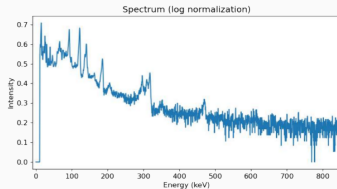
- Modèle de prédiction de plusieurs trajectoires possibles avec diversité structurée en forme et temps<sup>2</sup>
- Quels liens entre ces divers scenarios et l'incertitude prédictive ?



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.

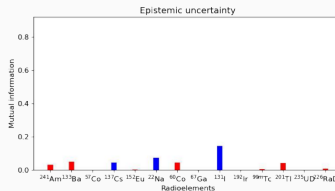
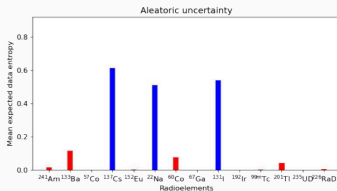
# Exemple CEA : application spectrométrie gamma

- ALB3DO : Laboratoire commun CEA et 3DPLUS

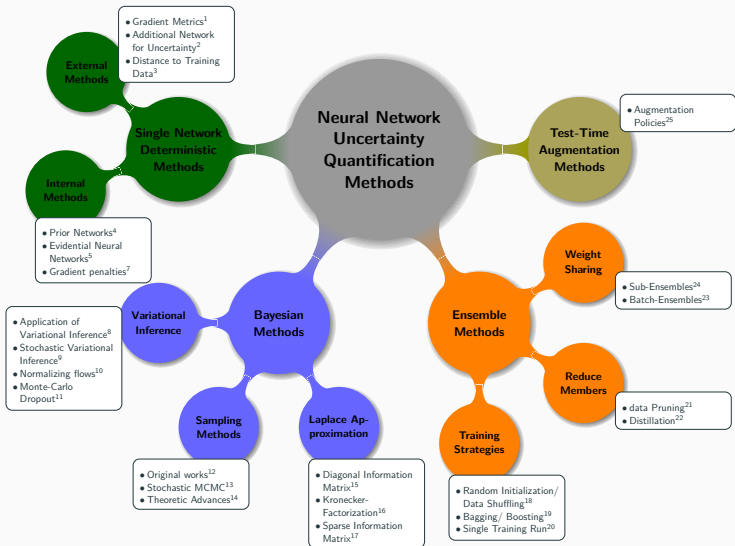


Éléments réellement présents

Éléments réellement absents







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