

Introduction:

Dans notre société actuelle, **l'information est la clef de voûte de la gestion et de la sûreté**. La technologie contemporaine nous permet de collecter et analyser des quantités de données titanesques, mais comment les utiliser de la manière la plus optimale au sein du domaine industriel ? L'humanité est dorénavant capable de développer un procédé numérique puissant nommé Intelligence Artificielle, se nourrissant de renseignements, et manipulant divers procédés avec comme objectif de définir un résultat, une solution.

Une Installation Nucléaire de Base (INB) se doit de vérifier la qualité et la fonctionnalité d'un grand nombre de capteurs au sein de différents bâtiments.

Comment créer un diagnostic de sûreté mécanique en collectant et simulant l'usure de l'ensemble du matériel du site ?

Métroscope, start-up incubée en 2018 depuis le service de Recherche et Développement d'EDF, propose un service de **diagnostic industriel** déployé sur 2 composantes principales : la **création d'un jumeau numérique complet du site**, couplé au **déploiement d'une intelligence artificielle (IA)** fondée sur "l'Analyse des données et la Prévention". L'objectif est d'établir un diagnostic technologique complet et instantané sur l'intégrité physique de l'ensemble des capteurs d'un site industriel, et de simuler l'évolution de leur état à des fins de protection des installations.

Physiologie d'une Intelligence Artificielle :

L'intelligence artificielle s'articule autour d'un **système biomimétique**, la **figure 1** ci-dessous présente un schéma "neurotique" du cerveau, transposé dans le monde du numérique. Le neurone est alors appelé **perceptron**.

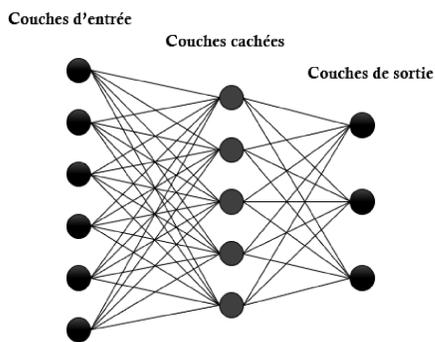


Figure 1 : Représentation d'un perceptron multicouche

Source – Production personnelle

- Les couches d'entrée expriment les valeurs initiales, **paramètres d'état et de composition des capteurs ou des circuits**.
- Les couches cachées se disposent comme une **série de calculs et de simulations instantanées**
- Les couches de sortie exprimant un **diagnostic de l'objet étudié et/ou une prédiction de son état** à des fins de maintenance.

Jumeau numérique :

Le jumeau numérique est une technologie de reproduction d'un objet ou d'un bâtiment, l'utilité est de **reproduire, comprendre et simuler** le comportement du système une fois digitalisé.

La **figure 2** ci-contre représente la fonctionnement d'un jumeau numérique.

La simulation numérique évolue en fonction de la modification ou de l'ajout :

- des **valeurs physiques d'état**
- et **d'usure du matériel**.

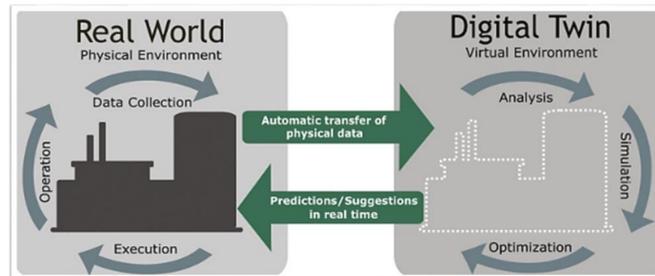


Figure 2 : Schéma fonctionnel d'un jumeau numérique

Ces variations entraînent de nouveaux calculs, ainsi que de potentiels alertes sur l'intégrité mécanique d'un capteur ou d'un circuit.

Source – Rauscher & Al., 2021. A digital twin concept for the development of a DEMO maintenance logistics modelling tool

Adaptation sur un CNPE:

Le dispositif Métroscope a d'ores et déjà été installé en 2020 au titre de prototype fonctionnel sur les circuits primaires et secondaires du **CNPE de Paluel**, en Normandie, comportant quatre réacteurs de 1300 MW chacun.

Résultats :

Des **opérations de maintenance ont pu éviter de lourdes pannes** (conduisant sûrement à un arrêt de tranche sur une journée), ainsi qu'une **augmentation du rendement de 2 MW**, par rapport aux moyennes effectives annuelles.

Avantages :

Sûreté mécanique, Rendement sécurisé, Surveillance automatisée,
Simulations variées, Maintenance accrue, Regroupement des données (data center).

Inconvénients :

Le coût des technologies et le manque de compétences en data science sont les principales barrières qui freinent l'adoption de l'industrie 4.0 (Zwingelstein, 2019).



Figure 3 : Salle des commandes de la CNPE du Paluel où le dispositif Métroscope a été installé

Source – EDF, Le "Métroscope".

Conclusion

L'Intelligence artificielle accroît sa puissance et son efficacité grâce à la révolution numérique du monde industriel de 4^{ème} génération. Les progrès attendus dans le domaine du numérique et de l'intelligence artificielle vont dès lors constituer un atout majeur pour les gestionnaires des réseaux d'électricité (Percebois, 2021).

Métroscope fournit un diagnostic d'intégrité mécanique fiable et réfléchi sur un site producteur d'électricité tel qu'une centrale nucléaire mais bientôt, également, sur des centrales hydroélectriques et à gaz.

Bibliographie

Levesque, B., Gouyon, D., 2021. Projet "Réacteur Numérique": vers un Jumeau Numérique de Réacteur Nucléaire 7.
Suman, S., 2021. Artificial intelligence in nuclear industry: Chimera or solution? Journal of Cleaner Production 278, 124022.
Haton, J.-P., 2021. Introduction à l'intelligence artificielle 14.

Teng, S.Y., Touš, M., Leong, W.D., How, B.S., Lam, H.L., Máša, V., 2021. Recent advances on industrial data-driven energy savings:

Zwingelstein, G., 2019. La maintenance prédictive intelligente pour l'industrie 4.0 35.

Percebois, J., 2021. Le numérique au service de la modernisation des réseaux d'électricité. Annales des Mines 6.
Lin, L., Bao, H., Dinh, N., 2021. Uncertainty quantification and software risk analysis for digital twins in the nearly autonomous management and control systems: A review. Annals of Nuclear Energy.