

L'IA AU SERVICE DE LA MAINTENANCE DANS LE NUCLÉAIRE (1/3)

CONTEXTE

L'industrie du nucléaire doit relever de nombreux **défis en matière de stratégie numérique** et de gestion des données. La quantité de données à examiner augmente en raison des progrès techniques et des exigences réglementaires strictes, nécessitant des certifications validées par EDF et l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) en France. De plus, il existe une **pénurie de talents qualifiés pour analyser ces données**, exacerbée par le besoin de longues formations et le départ en retraite des experts actuels. Face aux risques inhérents à cette activité, il est crucial de mener des analyses de maintenance précises et fiables pour garantir la sécurité et l'efficacité des centrales nucléaires.

PROJET

Le projet de R&D, AUTEND, soutenu par le ministère de l'Économie et Bpifrance, est dédié à l'**inspection des centrales nucléaires** pour faciliter et accélérer le travail des analystes.

- Il vise à réduire le temps d'analyse par l'assistance de l'IA



Description du projet

Ce projet, d'une durée de 30 mois (2022 – 2024), est porté par **Omexom NDT Engineering & Services**, entreprise spécialisée dans la conception, la qualification et l'exploitation sur site de procédés automatisés en Examens Non Destructifs (END). **Leur rôle est d'effectuer le contrôle des Tubes des Générateurs de Vapeurs** en centrale nucléaire.

Le processus initial employé par Omexom utilise des méthodes qualifiées par EDF et l'ASN qui impliquent l'intervention de deux analystes pour étudier les signaux remontés par des machines d'acquisition robotisées.

Le projet vise à intégrer l'IA pour les aider dans la détection des zones à inspecter.

En utilisant des techniques avancées data/IA, l'objectif est de **renforcer la fiabilité des interprétations et augmenter la sûreté des centrales**. Également la **réduction du temps d'analyse** permet de sécuriser la durée d'arrêt de tranche qui peut avoir un impact économique et sociétal (accès à l'électricité).

Ce projet couvre l'analyse de près de 100 000 tubes d'échangeurs de chaleur dans les centrales nucléaires tous les ans.



Interview de

Jean-François HERR

Chef d'entreprise

*d'Omexom NDT Engineering
& Services*

Par Allonia :

laure.thomson@allonia.com

Parties prenantes

OMEXOM

Rôle de maître d'ouvrage, fournit des data sets et élabore des algorithmes

ALLONIA
FAST TRACK TO AI

Fournit l'infrastructure souveraine de développement et l'expertise datascience

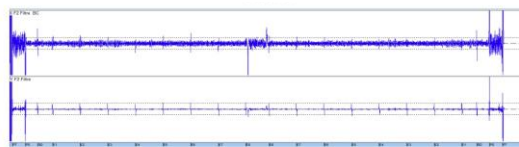
L'AUM Laboratoire d'Acoustique
Le Mans Université - CNRS - UMR 6613

Expertise sur l'état de l'art de l'analyse des END

L'IA AU SERVICE DE LA MAINTENANCE DANS LE NUCLEAIRE (2/3)

PROJET

Approche Data / IA



L'approche s'est concentrée sur deux modes d'analyses des contrôles par sonde axiale (SAX) et sonde multi-éléments (SMX), pour la **récupération et l'interprétation des courants de Foucault** :

- Les contrôles SAX : analyse de signaux (données structurées & apprentissage supervisé)
- Les contrôles SMX : analyse d'images (computer vision & apprentissage non supervisé)

L'objectif est de créer des modèles qui permettent aux opérateurs de se concentrer directement sur les zones avec des défauts potentiels à signaler à EDF.

Du fait de la sensibilité du projet, **un critère de performance a été imposé : l'outil ne doit produire aucun faux négatif** (c'est-à-dire aucune sous-détection de défaut notable). Pour cela nous avons employé un métamodèle pour évaluer les analyses de deux différents modèles entraînés sur des groupes de variables différents.

Données

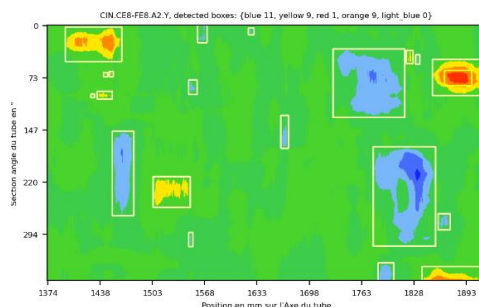
Les données proviennent de **points de mesure récupérés par des robots spécialisés** dans les tubes de générateurs de vapeur (environ 300 millions points de mesure) en utilisant des métamodèles proposés par nos partenaires le LAUM et ALEIA. Elles se formalisent en **courbe** (courbe d'évolution de l'intensité des signaux) et en **image** (représentation des niveaux d'intensité en 2D).

L'enjeu a été de pouvoir travailler sur ces données anonymisées sans perdre l'historisation des données par environnement d'analyse car cela permettait de mieux comprendre le comportement des tubes dans le temps.

La construction des datasets a été une complexité à gérer puisqu'il a fallu tagger toutes les features pour qualifier les « sains / « non sains » dans le dataset.

Résultats projet

Le projet se terminera en août 2024. Les outils développés devront ensuite être validés par EDF dans son processus de certification pour une application opérationnelle estimée en 2026.



L'IA AU SERVICE DE LA MAINTENANCE DANS LE NUCLEAIRE (3/3)

PROJET

Difficultés rencontrées

Ce programme va tenir son objectif pour développer des algorithmes afin d'aider les analystes sur les deux types de contrôle dans les délais impartis. Cependant, certaines difficultés ont été rencontrées en cours de projet :

- **Les critères de performance** pour l'analyse des résultats apportés par l'IA sont à définir précisément en amont du projet afin d'assurer une compréhension commune des résultats obtenus et de comment les classer. Dans le cas de ce projet, EDF n'a été impliqué qu'en cours de projet, or il s'agit du « valideur final » des analyses. Il a donc été nécessaire d'effectuer des ateliers pour définir ce qui était considéré comme un défaut ou non. L'avantage de fonctionner de manière itérative sur ce projet a permis de réévaluer les résultats obtenus pour les ajuster au plus proche de l'attendu d'EDF.
- La complexité qui se pose dans un projet comme celui-ci est également de pouvoir certifier un procédé qui peut être amené à évoluer dans le temps, les algorithmes pouvant être retravaillés afin d'éviter une dérive du modèle à posteriori. **La filière nucléaire devra opérer des changements importants dans la certification de ses méthodes d'analyse, pour pouvoir intégrer ce type de processus et assurer un bon niveau de performance et de sécurité des outils.**

Bénéfices métier

Les bénéfices apportés par l'intégration de l'IA dans ces processus sont nombreux.

D'une part, une nouvelle approche métier-IA-IT permet un **fort potentiel d'augmentation des capacités d'analyse avec des gains de productivité estimés à 30%.**

D'autre part, la réduction du temps de contrôle permet **d'augmenter la compétitivité de la filière, de réduire les risques** de coupure d'énergie et la capacité de mener plus d'opérations de maintenance.

