

Amélioration de la gestion des centrales d'énergie nucléaire par l'introduction de l'intelligence artificielle et synthétique

« Cas du Centre Régional d'Energie Nucléaire de l'Université de Kinshasa »

Vincent KASUENDE NTAMBWE NGANDU¹; Leonard WOTO MAKONTSHI²

Justin KHUALA MVUMBI¹

¹ Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa, BP 774 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo.

² Centre de Recherche en Energie Nucléaire de l'Université de Kinshasa ((C.RE.N.K - UNIKIN))

RESUME:

L'énergie nucléaire est une source de production d'énergie à haut rendement, mais sa gestion présente des défis techniques et sécuritaires majeurs. Le Centre de Recherche en Énergie Nucléaire de l'Université de Kinshasa (C.RE.N.K - UNIKIN) se trouve à la croisée des chemins, avec des opportunités pour moderniser ses méthodes de gestion grâce à l'introduction de l'Intelligence Artificielle (IA) et de l'Intelligence Synthétique. Cet article explore comment l'application des technologies avancées d'IA, y compris les réseaux neuronaux et l'IA hybride, pourrait améliorer la gestion des centrales nucléaires en termes de sécurité, d'efficacité opérationnelle et de maintenance prédictive.

Mots clés : IA, Réacteur Nucléaire, TRICO II, Algorithmes CNN, RNN, GAN.

ABSTRACT :

Nuclear power is a highly efficient source of energy production, but its management, presents major technical and safety challenges. The Nuclear Energy Research Center of the University of Kinshasa (C.RE.N.K-UNIKIN) finds itself a crossroads, with opportunities to modernize its management methods through the introduction of artificial intelligence (AI) and synthetic intelligence. This article explores how the application of advanced AI technologies, including neural networks and hybrid AI, could improve nuclear power plant management in terms of safety, operational efficiency, and predictive maintenance.

Keywords : Ai, Nuclear Reactor, TRICOII, CNN, RNN, GAN Algorithms.

*Adresse des Auteur(s)

Vincent KASUENDE NTAMBWE NGANDU, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa, BP 774 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo
E-mail : vincengandu@gmail.com

Téléphone : +243830462058

Leonard WOTO MAKONTSHI, Centre de Recherche en Energie Nucléaire de l'Université de Kinshasa ((C.RE.N.K - UNIKIN)) ;

Justin KHUALA MVUMBI, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa, BP 774 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo.

I. INTRODUCTION

Le secteur de l'énergie nucléaire, en particulier dans le contexte des pays en développement comme la République Démocratique du Congo (RDC), est confronté à des défis importants. Le Centre de Recherche en Énergie Nucléaire de l'Université de Kinshasa (C.RE.N.K) est l'un des acteurs clés de la recherche et de la gestion des infrastructures nucléaires. Cependant, la gestion efficace des centrales nucléaires exige une surveillance continue, des systèmes de contrôle sophistiqués et une capacité à prédire les défaillances avant qu'elles ne surviennent.

L'Intelligence Artificielle et l'Intelligence Synthétique, en particulier les technologies comme les réseaux neuronaux, l'apprentissage automatique et les algorithmes d'optimisation, peuvent offrir des solutions innovantes. Ces technologies permettent non seulement d'automatiser les processus de gestion, mais aussi d'augmenter la précision et la réactivité face aux risques, assurant ainsi une gestion plus sûre et plus efficace des installations nucléaires.

II. L'Intelligence Artificielle dans la Gestion des Centrales Nucléaires :

II.1. Surveillance et Maintenance Prédictive :

L'IA peut jouer un rôle majeur dans la surveillance des équipements critiques d'une centrale nucléaire. L'un des principaux défis dans la gestion d'une centrale nucléaire est de prévenir les pannes des équipements et d'assurer une maintenance adéquate. L'utilisation de modèles prédictifs basés sur l'apprentissage automatique permet d'analyser des données historiques et en temps réel, d'identifier des modèles de défaillance et de prévoir les besoins de maintenance avant qu'une panne n'affecte l'opération.

Les algorithmes de machine learning appliqués aux données recueillies par les capteurs de la centrale peuvent identifier les anomalies subtiles qui précèdent une défaillance, permettant aux équipes de maintenance de résoudre le problème de manière proactive. Cela réduit non seulement les

risques de défaillance, mais aussi les coûts associés aux réparations d'urgence et à l'arrêt des installations [1].

II.2. Optimisation des Performances et de la Production d'Énergie :

L'IA permet d'optimiser les processus opérationnels d'une centrale nucléaire, notamment le contrôle des réacteurs, la gestion des flux thermiques et l'efficacité énergétique. Les systèmes intelligents peuvent ajuster les paramètres en temps réel en fonction des conditions environnementales et des demandes de production, augmentant ainsi l'efficacité globale du système. Les algorithmes d'optimisation basés sur des modèles de simulation peuvent également contribuer à la gestion de la consommation d'énergie, en équilibrant la production de la centrale avec la demande tout en minimisant l'empreinte écologique et les risques liés à la surproduction.

III. L'Intelligence Synthétique et les Systèmes Autonomes

III.1. L'IA Hybride pour la Gestion Automatisée des Risques :

L'intégration de l'Intelligence Synthétique, qui combine IA avec des systèmes autonomes, peut améliorer considérablement la gestion des risques dans les centrales nucléaires. Les systèmes intelligents hybrides combinent des algorithmes d'IA avec des approches systémiques et des technologies de contrôle avancées pour gérer la dynamique complexe d'une centrale nucléaire.

L'IA hybride permet de simuler des scénarios complexes et de réagir en temps réel aux situations d'urgence. Par exemple, en cas de montée anormale de la température dans le réacteur, l'IA hybride pourrait automatiquement ajuster les systèmes de refroidissement, tout en informant les opérateurs humains des mesures prises. Ce type de réactivité instantanée et autonome réduit les risques d'erreur humaine et renforce la sécurité de l'infrastructure nucléaire.

III.2. Des Systèmes Autonomes pour l'Inspection et la Sécurité :

Les robots autonomes équipés de systèmes d'IA peuvent être utilisés pour inspecter les installations nucléaires, notamment les zones difficiles d'accès. Ces robots peuvent effectuer des inspections visuelles, thermiques et de radiographie pour détecter toute anomalie, comme des fuites ou des fissures dans les réacteurs, tout en garantissant la sécurité des opérateurs humains.

La sécurité des installations est également renforcée par l'IA dans la gestion des accès et la surveillance en temps réel des conditions opérationnelles. En analysant les données des capteurs et des caméras de sécurité, l'IA peut détecter les comportements suspects ou les situations de non-conformité,

déclenchant automatiquement des alertes pour permettre une intervention rapide[3].

III.3. Cas du C.RE.N.K - UNIKIN :

Le Centre de Recherche en Énergie Nucléaire de l'Université de Kinshasa (C.RE.N.K) est bien positionné pour adopter des technologies avancées afin d'améliorer la gestion des centrales nucléaires en RDC. Grâce à ses infrastructures de recherche et à ses partenariats académiques, il peut piloter des projets visant à intégrer l'IA et l'IA hybride dans le domaine nucléaire.

Les chercheurs et ingénieurs du C.RE.N.K peuvent collaborer avec des institutions internationales spécialisées dans l'IA pour développer des modèles prédictifs et des systèmes de contrôle intelligents adaptés aux besoins locaux. En outre, la formation des étudiants et des ingénieurs en IA appliquée à l'énergie nucléaire pourrait devenir un axe stratégique pour le développement d'une expertise nationale en gestion d'installations nucléaires.

Au regard de ce qui précède nous un schéma conceptuel décrivant l'intégration de l'Intelligence Artificielle (IA) dans la gestion des centrales nucléaires, adapté au contexte du Centre Régional d'Études Nucléaires de l'université de Kinshasa (C.R.E.N.K).

Système de gestion du C.R.E.N.K

Capteurs et instruments

Système de surveillance et de contrôle

Température, Pression, Flux Neutronique

IV. CONCLUSION

L'introduction de l'Intelligence Artificielle et de l'Intelligence Synthétique dans la gestion des centrales nucléaires pourrait transformer radicalement la manière dont elles sont gérées, tant en termes de sécurité que d'efficacité. Le C.RE.N.K - UNIKIN, en tant que centre de recherche pionnier en RDC, est idéalement placé pour adopter ces technologies et contribuer à l'innovation dans le secteur de l'énergie nucléaire. En appliquant ces technologies avancées, non seulement la gestion des risques et la performance des centrales nucléaires seront améliorées, mais cela pourrait également constituer un modèle pour d'autres pays en développement cherchant à moderniser leur secteur énergétique tout en assurant une sécurité accrue.

Ainsi, l'IA et l'Intelligence Synthétique représentent une avancée essentielle pour la gestion des centrales nucléaires, et leur adoption par le C.RE.N.K - UNIKIN pourrait jouer un



rôle déterminant dans le futur énergétique de la RDC et de la région.

L'Intelligence Artificielle et Synthétique ouvrent des perspectives révolutionnaires pour la gestion des centrales nucléaires. Son application au C.R.E.N.K de l'UNIKIN permettrait d'améliorer la sûreté, l'efficacité énergétique et la maintenance des infrastructures.

À l'avenir, une intégration plus poussée des technologies d'IA, combinée à l'Internet des Objets (IoT) et à la Blockchain, pourrait permettre une automatisation encore plus avancée et une sécurisation optimale des installations nucléaires en RDC et dans le monde.

REFERENCES

1. International Atomic Energy Agency (IAEA). "Artificial Intelligence for Nuclear Power Plants." 2023.
 2. MIT Energy Initiative. "AI in Nuclear Energy: Opportunities and Challenges." 2022.
 3. Centre Régional d'Études Nucléaires de Kinshasa (C.R.E.N.K). "Rapport Annuel 2024."