

Introduction:

Dans le domaine de la sûreté nucléaire l'un des paramètres les plus importants est la prise de bonne ou mauvaise décision. Un outil pourrait nous assister dans cette prise de décision, l'Intelligence Artificielle (IA). L'IA pourrait aider dans le domaine de :

- La gestion de crise
- Le pilotage d'installation nucléaire.
- La modélisation d'accident.
- L'imagerie médical.

L'IA pourrait-elle être utilisée dans le domaine de l'imagerie médicale ? Des logiciels spéciaux ont été développés, ces logiciels sont des CAD (Computer Aided Diagnosis). Les CAD étaient très performants, mais énormément d'informations devaient être fournies pour les faire fonctionner. Aujourd'hui l'intelligence artificielle a pris le relais de ces logiciels. Les IA auront pour but de réaliser des segmentations automatiques, de réaliser des reconstructions 3Ds et d'assister les détecteurs.

Fonctionnement d'une IA:

Une intelligence artificielle est composée d'un réseau neuronal artificiel (RNA). Ce réseau est lui-même composé d'algorithmes et de code informatique. Ces algorithmes de calcul sont alimentés par des données d'entrée.

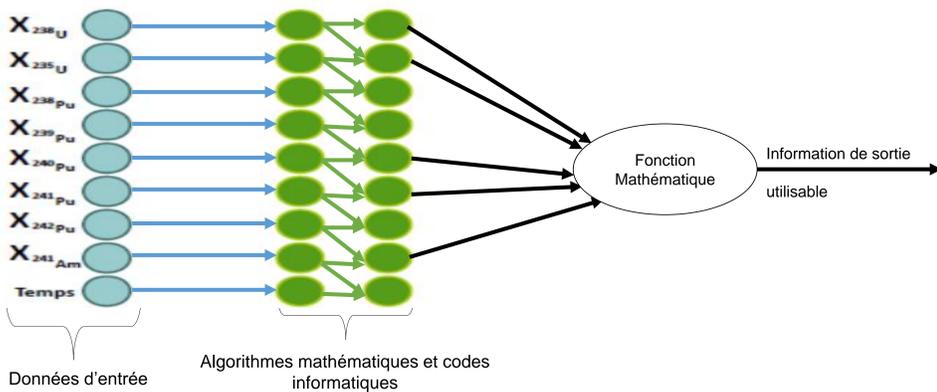


Figure 1: Schéma explicatif d'une intelligence artificielle

Source : Courtesy of F. Courtin

Données d'entrée :

Dans le milieu médical, l'intelligence artificielle a pour but de diagnostiquer des maladies. Pour vérifier la fiabilité de l'IA, un test fut réalisé. Les données d'entrée utilisées sont des photos de 17 maladies différentes (scoliose, fractures, ostéophyte, etc ...). Le test a pour but de vérifier l'efficacité des modèles mathématiques et d'établir un diagnostic. Ci-dessous une photo utilisée lors du test.



Figure 2 : Photo d'un scanner de cage thoracique et tableau des différentes maladies

Source :Hoo-Chang Shin

Résultats des analyses:

Le but de ce test était d'établir l'efficacité de l'intelligence artificielle en matière de modèle mathématique et de diagnostic. Plusieurs modèles mathématiques ont été testés (résultat à gauche). Une fois le modèle mathématique déterminé, l'intelligence artificielle du réaliser un diagnostic des différentes maladies (résultat à droite).

Lors de ce test, 2 modèles ont été testés. Le modèle NIN et le modèle GoogleNet. Nous pouvons voir que l'efficacité d'entraînement est comprise entre 90 et 100%. Mais l'efficacité validée est comprise entre 56,65 et 69,84%. Ces différences peuvent être expliquées par la réactivité d'un organisme. Car le corps des patients ne réagit pas de la même manière.

	training accuracy	validation accuracy
NIN fine-tuned from ImageNet	13.21%	7.80%
NIN from random initialization	99.80%	60.98%

	training accuracy	validation accuracy
NIN with batch-normalization (BN)	94.06%	56.65%
NIN with data-dropout (DDropout)	98.78%	58.38%
NIN with BN and DDropout	100.0%	62.43%

	training accuracy	validation accuracy
GoogLeNet with BN and DDropout	98.11%	66.40%
GoogLeNet with BN, DDropout, No-Crop	100.0%	69.84%

Figure 3 : Tableaux des différents modèles et leurs efficacités associées

Source : Hoo-Chang Shin

Le but de l'intelligence artificielle est de faire un diagnostic sur différentes radios. L'IA n'a aucun mal à détecter les organes sains. Mais quand il s'agit d'identifier certaines pathologies, l'IA réalisée un diagnostic faussé. L'IA ne peut être utilisée à son plein potentiel, car chaque organisme développe des différences mineures en fonction des maladies.

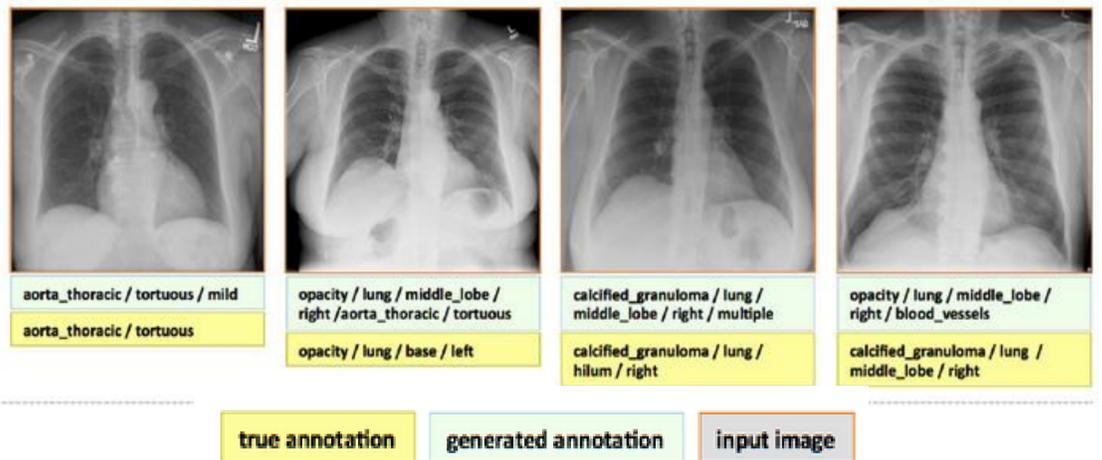


Figure 4 : Photos de maladie avec les diagnostics correspondants

Source : Hoo-Chang Shin

Conclusion:

Les premiers résultats des IA sont encourageants. Mais les IA ne sont pas parfaites, car nous sommes assez loin de l'analyse automatisée complète. Les limites du développement de l'IA sont sa nécessité à avoir énormément d'information pour fonctionner et ses algorithmes très spécifiques. Mais les associations et certaines entités du nucléaire discutent du futur des IA. Par exemple, certains chercheurs américains travaillent sur un réacteur expérimental du nom de PUR-1. Ce réacteur est 100% analogique, les chercheurs prévoient de piloter ce réacteur avec une IA.

Bibliographie:

- Artificial Intelligence Accurately Predicts Distribution of Radioactive Fallout, T. Yoshikane, K. Yoshimura, 2018.07.03, consulté du 10/12/2020 <https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER2006sa0361Ra1.phttps://www.iis.u-tokyo.ac.jp/en/news/2932df>
- First all-digital nuclear reactor system in the U.S. installed at Purdue University, Kayla Wiles, July 8, 2019, consulté du 10/12/2020 <https://www.purdue.edu/newsroom/releases/2019/Q3/first-all-digital-nuclear-reactor-control-system-in-the-u.s.-installed-at-purdue-university.html>
- Intelligence artificielle : vers un Watson du nucléaire ? , SFEN, 25.06.2018, consulté du 10/12/2020 <https://www.sfen.org/rgn/6-8-intelligence-artificielle-watson-nucleaire>
- Intelligence artificielle et réduction du risque nucléaire : données du problème et argument politique, Benjamin Hauteouverture, juin 2019, consulté du 10/12/2020 <https://www.frstrategie.org/programmes/observatoire-de-la-dissuasion/intelligence-artificielle-reduction-risque-nucleaire-donnees-probleme-argument-politique-2019>
- Machine learning pour l'étude de réacteurs nucléaires et de scénarios électronucléaires, Marc ERNOULT, 30 Oct, 2019, consulté du 10/12/2020 <https://indico.in2p3.fr/event/19343/contributions/75443/attachments/55843/73746/MLscenarionucleaires.pdf>
- Utilisation de la machine learning en imagerie radio-isotopique per-opérateur, Françoise Bouvet, 29 Octobre 2020, consulté du 10/12/2020 <https://indico.in2p3.fr/event/19343/contributions/75365/attachments/55621/73379/ml-gammacamera-imnc-FB-oct19.pdf>