

① Article *Radioprotection* : question de l'avenir de la radioprotection et des enjeux de la recherche¹

② Journée scientifique Club Jeune SFRP : Comment les innovations pourrait dessiner la radioprotection de demain ?

« need to take into account the development of new technologies (in particular big data, open data, smartphone app. etc.) to study their possible applications in the fields of radiation protection and investigate how they could beneficiate to the workers and the public »²

③ Groupe de réflexion Club Jeune « IA + RP »

¹ Bourguignon M, Bérard P, Bertho JM, Farah J, Mercat C. 2017. *Radioprotection* : quel avenir ? *Radioprotection* **52**(1): 13-20.

² Ménard V., Maitre M., Chambrette M., Ayadi B.M., Beaumont T., Beltrami L.A. : *Quelles innovations ? Quel avenir ? Retour sur la première journée scientifique du Club des jeunes Sociétaires de la SFRP*. *Radioprotection*, **54**(4) 2019

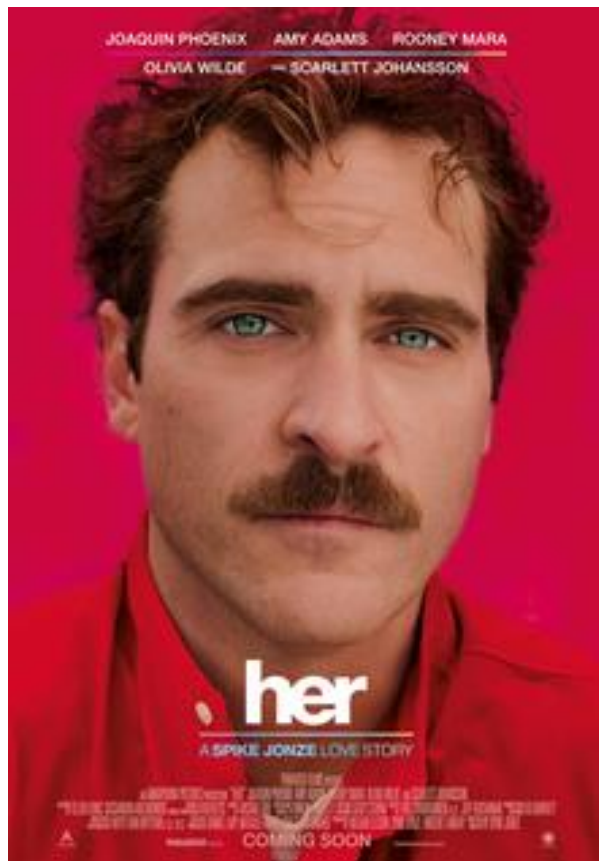
- ① Donner un aperçu du fonctionnement des techniques d'IA (apprentissage machine)
- ② Présenter leurs premières applications dans différents domaines de la radioprotection
- ③ Évoquer les bénéfices, mais aussi les freins potentiels et les questions, notamment éthiques, qui pourront surgir



Intelligence Artificielle et Radioprotection une ouverture

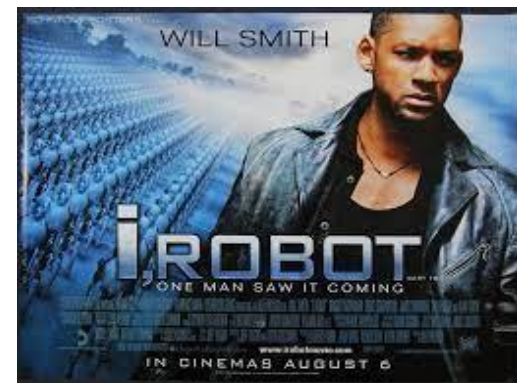
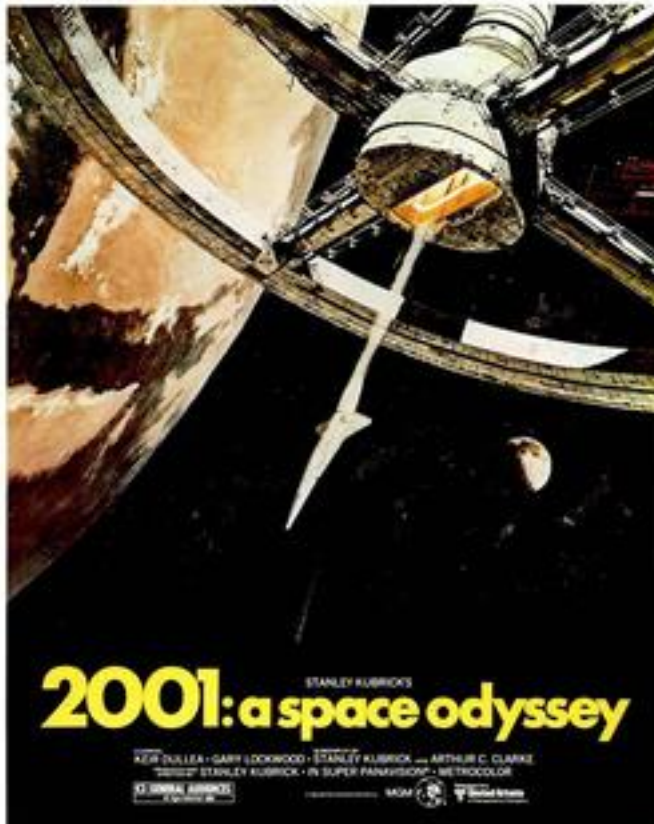
Sylvain ANDRESZ

Centre d'étude et d'Évaluation de la
Protection dans le domaine Nucléaire
(CEPN)



An epic drama of adventure and exploration

Space Station One year first step in an Odyssey that will take you to the Moon, the planets and the distant stars.



**"I believe that
Artificial
Intelligence is
far more
dangerous than
the nuclear
bomb"**

Elon Musk
PDG SpaceX, DG Tesla
CNBC, 03/2018

- **IA** (1956) : « *ensemble des théories et techniques permettant de construire des machines capables de simuler l'intelligence humaine* » (Larousse, 2018)
- **ML** (1957) : « *une technique d'IA, donnant les moyens aux ordinateurs d'apprendre et de s'améliorer avec l'expérience sans avoir été explicitement programmé* »
- **Réseau de neurones** (profond) (1986) : une des méthodes d'apprentissage automatiques les plus courantes, inspirée du fonctionnement du cerveau

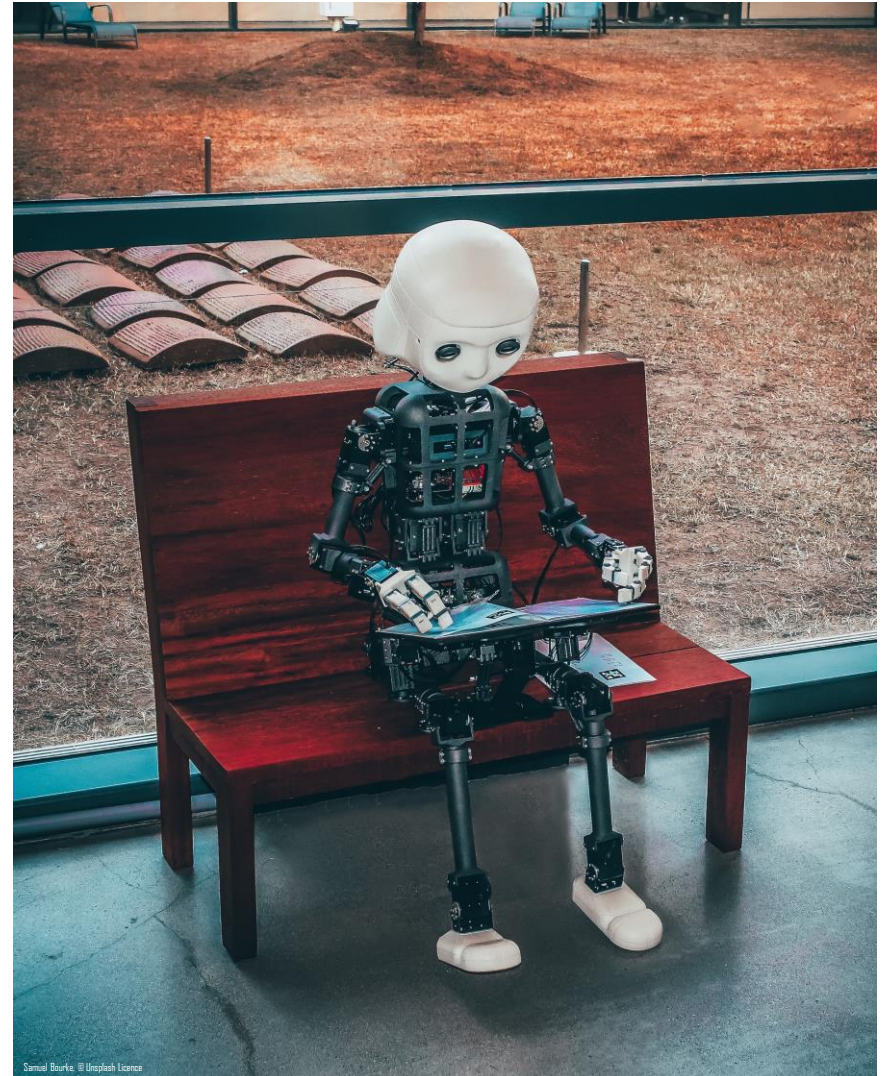
Intelligence artificielle (IA)

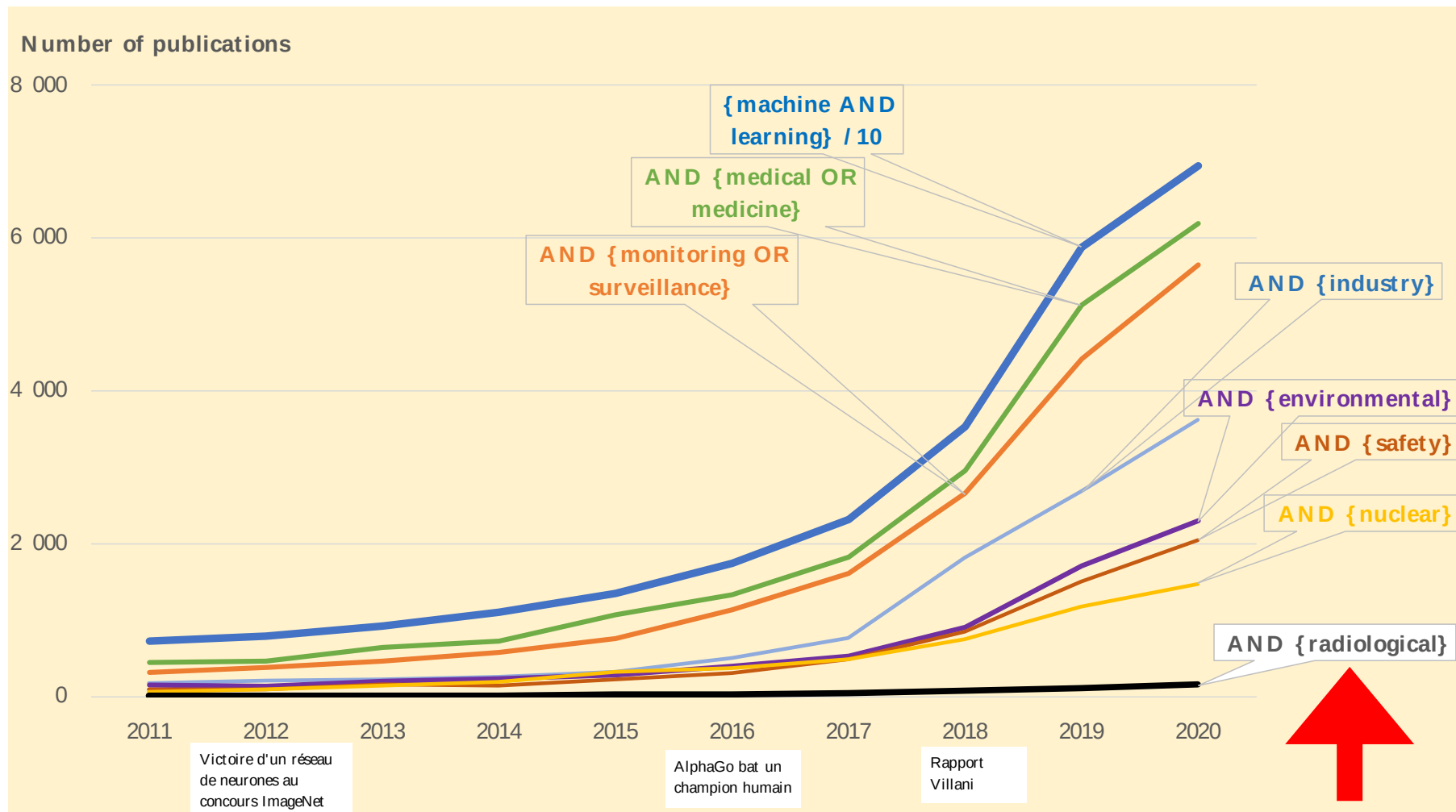
Apprentissage machine (ML)

Réseau de neurones (NN)

¹ Government response to House of Lords Artificial Intelligence Select Committee's report, *AI in the UK. Ready, willing and able?* ISBN 9781528606073, 2018.

- **Supervisé** : une présence humaine confirme le résultat
Ex. classification, régression (prédiction)
- **Non-supervisé** : 'travaille' seul
Ex. *clustering*, association, réduction de dimensions
- **Renforcement** : 'apprend' de ses propres expériences
- Dépend des objectifs, du volume et de la structure des données, du temps disponible etc.





SUBJECT AREA={machine AND learning} AND {radiation OR radiological}, PUBYEAR > 2010	Number
Medicine	422
Computer Science	155
Biochemistry, genetics, molecular biology	125
Engineering	90
Health Professionals	56
Neuroscience	39
Physics and Astronomy	35
Mathematics	24
Multidisciplinary	23
Material Science	18

Médical 65 % ; Recherche fondamentale 20 % ; Recherche appliquée 15 %

- **Secteur médical**
- Reconnaissance d'image : détection et classification de tumeurs, d'anomalies, etc.
- (de loin l'usage de plus fréquent de l'IA en RP jusqu'à présent)
- Amélioration de l'image (bruit)
- Définition de traitement : contournage, prédiction dose-réponse aux traitements, approche individualisée
- Radiobiologie : capturer des relations dose-effets
- **Mesurer**
- Identification d'isotopes (démélage spectral)
- Anomalie d'une mesure (portique, balise etc.)
- Fonction de calibration
- **Modéliser**
- Métamodèle : prédiction du résultat ($\neq$ calcul)
- **Réglementer**
- *Natural Language Processing* de rapports d'incidents



¹ Artificial Intelligence and radiation protection. A game changer or an update? S. Andresz, A. Zéphir, J. Bez, M. Karst, J. Danieli, submitted to *Radioprotection*

- **Faire parler les données**
 - Expertise augmentée
 - Analyse statistique puissante
 - Identifier des tendances, des signaux faibles
- **Comprendre la complexité du monde**
 - Ajuster au mieux les résultats au $\mathbb{R}$
 - Réduire les incertitudes
 - Généraliser (là où les données sont absentes/impossibles à obtenir)
 - Configuration complexes
- (pour commencer ...)

- Les données, l'or noir des IA
- Biais
- L'entraînement et le temps humain
- Fiabilité, interprétabilité et transparence du résultat
- Ethique et régulation
 - « *IA transparente et impartiale, avec une supervision humaine si nécessaire* » (recommandation, Europe¹)
 - « *Systèmes d'IA éthique et non discriminatoire* » (proposition de loi, EU²)

¹ EU-LEX, 2021, Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (artificial intelligence act) and amending certain Union legislative acts, SWD(2021) 85 final, European Commission, Brussels, 21 April 2021

² US Congress, Algorithmic Accountability Act of 2019, <<https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/2231/text>>

- Généralisation des outils (imagerie)
- Secteur « en éclaireur »
- Usage du ML a généré des questions¹
- Relation IA ↔ Humain
 - « *Du coup, le logiciel me met le doute là* »
- Relation humain (radiologue) ↔ humain (data science)
 - « *Quel raisonnement mathématique il a eu du coup ?* » « *tu n'as pas la réponse mais c'est quelque chose que j'aimerais savoir* »
 - IA ne fonctionne pas comme un humain : se heurte aux savoir tacites
- « *Un robot va-il prendre mon travail ?* »
- On dirait que non ... mais charge de travail ↗ ²
- Intégrer une IA peut questionner les modes de travail (actuels) et leur potentielle standardisation³

¹ Anichini B, Geoffroy B. 2021. L'intelligence artificielle à l'épreuve des savoirs tacites. Analyse des pratiques d'utilisation d'un outil d'aide à la détection en radiologie, Sciences Sociales en Santé **39** 2, 43-69, June 2021.

² T C Kwee, R M Kwee, Workload of diagnostic radiologists in the foreseeable future based on recent scientific advances: growth expectations and role of artificial intelligence, Insights Imaging 2021 Jun 29;**12**(1):88.

³ L. Fournier Les potential effets secondaires de l'IA en radiologie, congrès SFIEM, Octobre 2021.



