



3 & 4 octobre 2024

Centre Prouvé - 1 Pl. de la République,
54000 Nancy



14^E CNRC

Application des outils de l'IA en imagerie médicale

Dr Pierre Decazes, CLCC Henri Becquerel, Rouen

Conflits d'intérêts

- Collaborations scientifiques (thèses Cifre) avec Siemens Healthineers
- Co-créateur des logiciels Anthropometer3DNet et SimpleDose

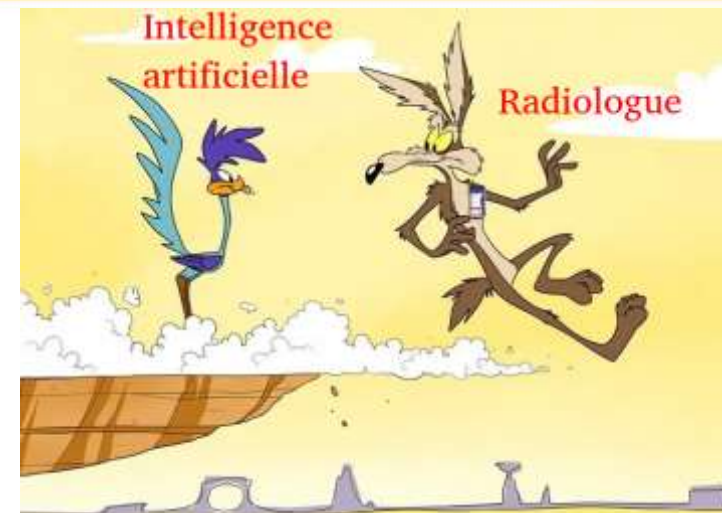
La prophétie du "père fondateur" de l'IA



Geoffrey Hinton

(prix Turing 2018)

Novembre 2016: *"Si vous travaillez comme radiologue, vous êtes comme Wile E. Coyote dans le dessin animé. Vous êtes déjà au bord de la falaise, mais vous n'avez pas encore regardé en bas. Il n'y a pas de sol en dessous. Il est tout à fait évident que dans **cinq ans**, l'apprentissage profond (deep learning) fera mieux que les radiologues. Ce sera peut-être dans **dix ans**."*



Avant



IA



Après ?



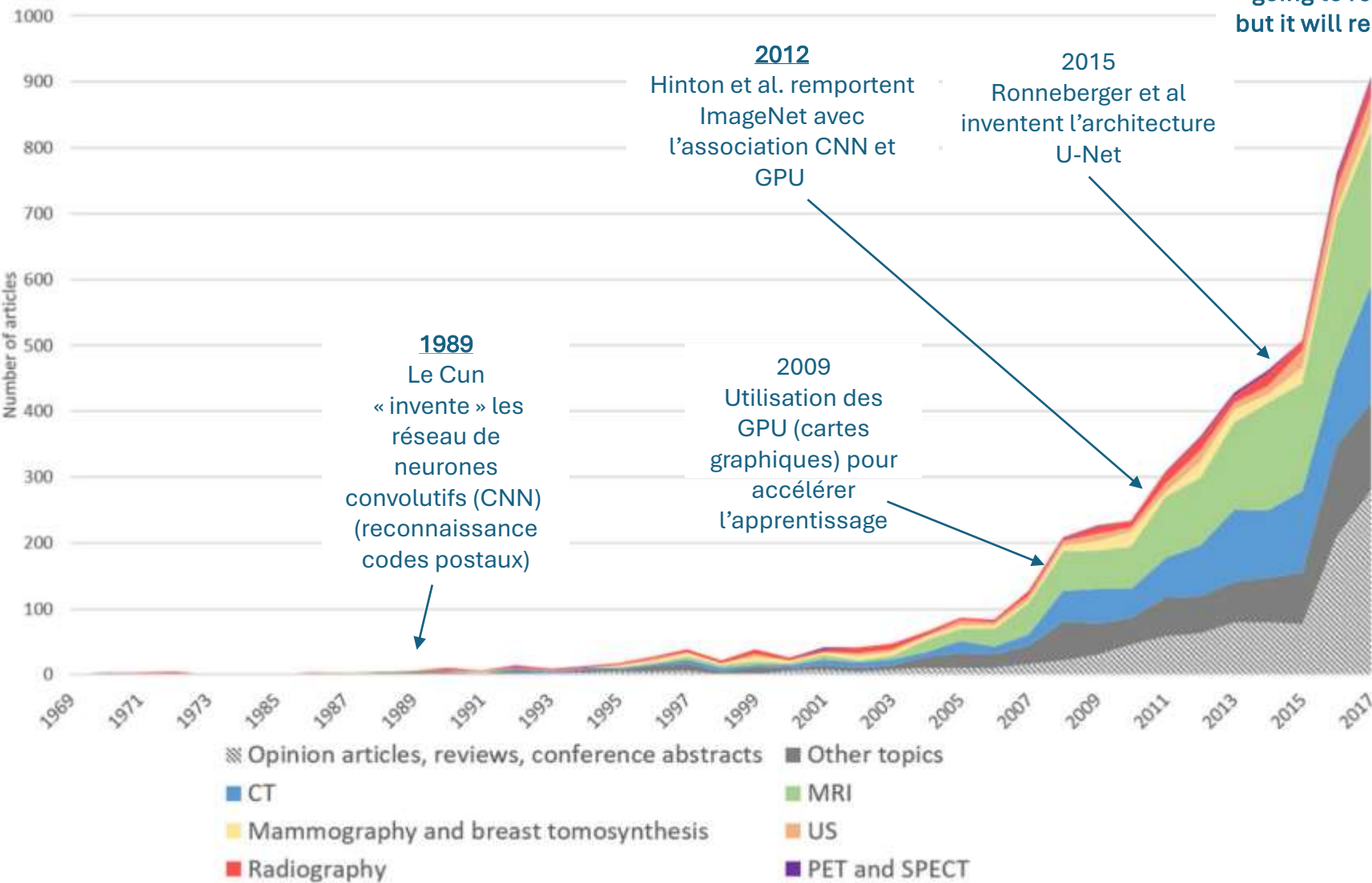
Articles scientifiques IA et Imagerie

2017 : RSNA
Dr Paul Chang (MD)
« Deep Learning is not
going to replace us,
but it will redefine us »

1943
McCulloch et Pitts
(neurologues)
Modèle du neurone
formel

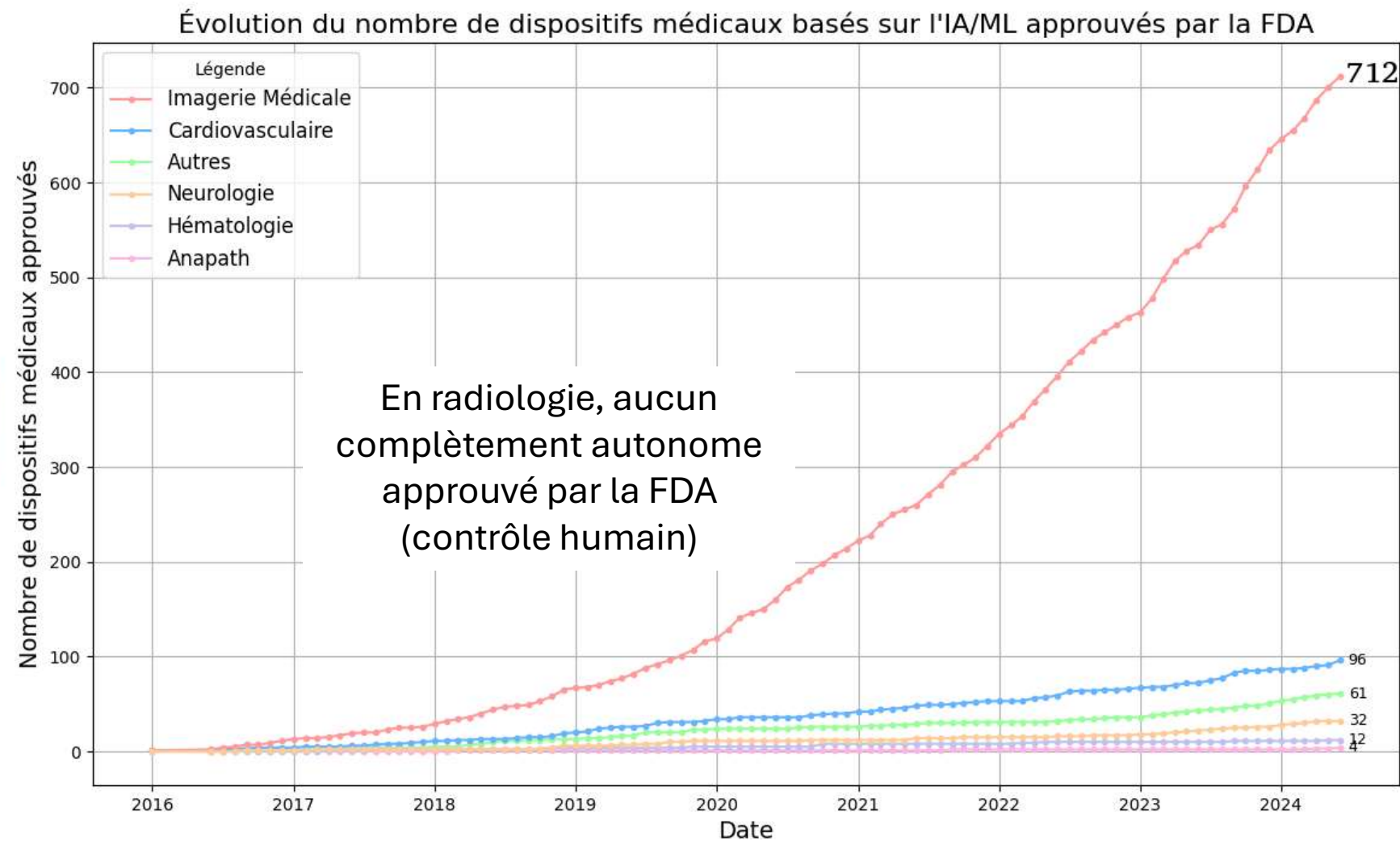
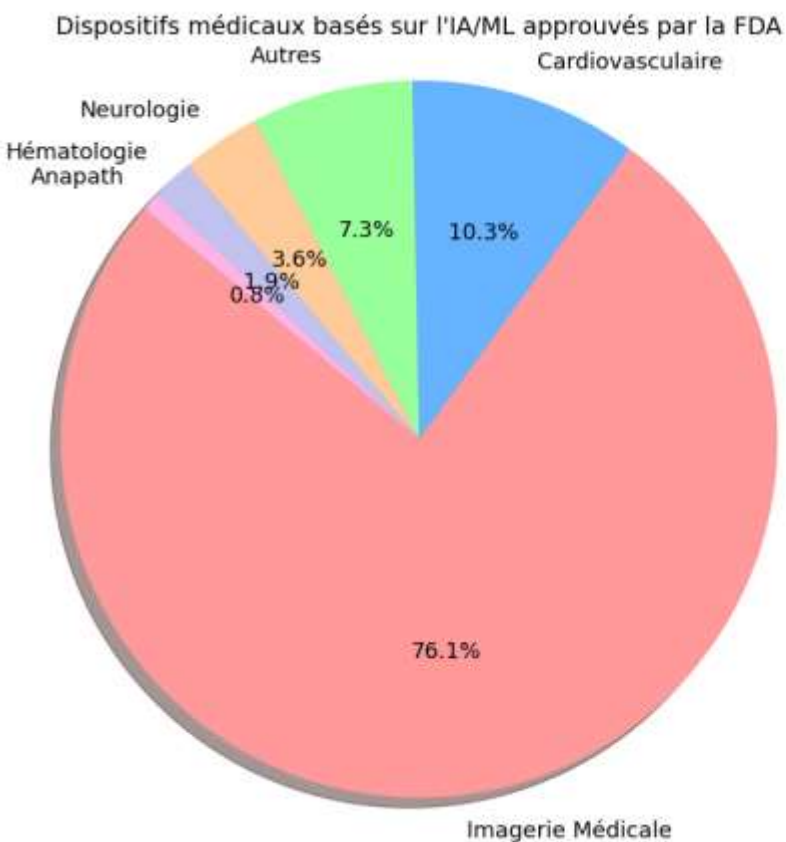
1956
Conférence de Darthmouth
« Naissance » de l'IA

1981
Hubel et Wiesel
Nobel pour travaux sur
vision animale



Pesapane et al. European
Radiology Experimental, 2018

Dispositifs médicaux basés sur l'IA/ML approuvés par la FDA

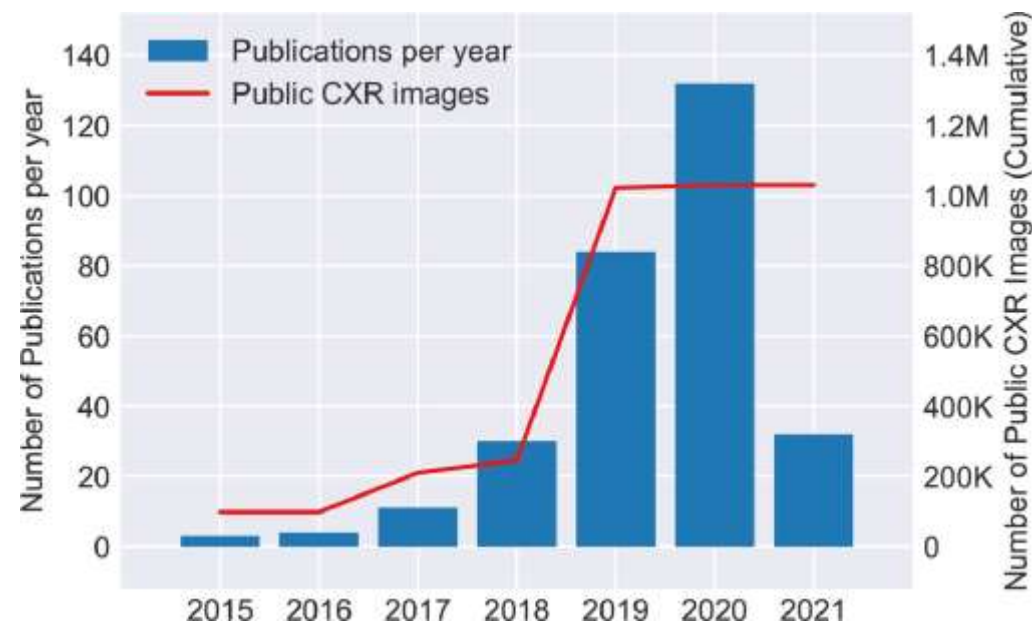


IA, plus performante ? **Fil rouge** de la radiographie thoracique

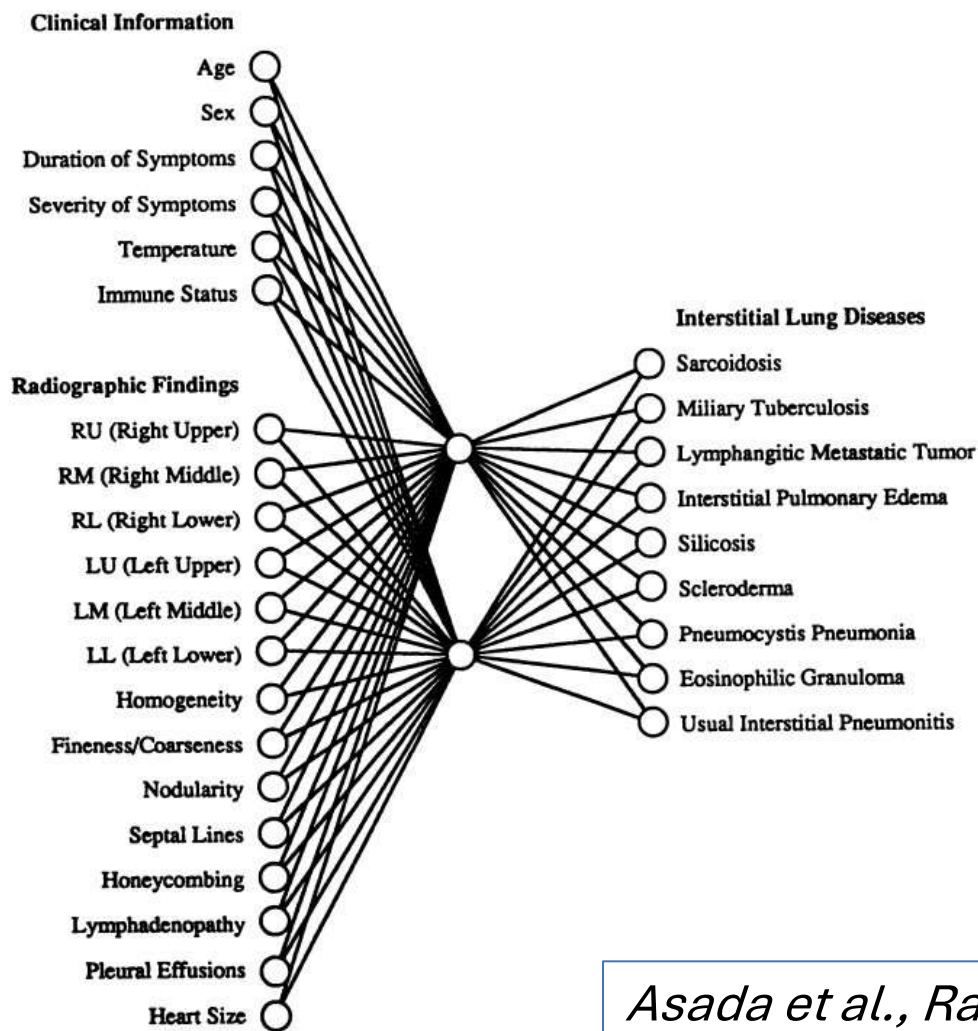
- Si l'imagerie est à la pointe de l'IA en médecine, la **radio thoracique** en est son exemple le plus **emblématique**
- La radiographie thoracique est l'examen médical le plus fréquemment réalisé (plus de 2 milliards par an dans le monde)
- Grand volume de données sous forme de bases de données publiques
- Le plus grand nombre de logiciels commerciaux disponibles



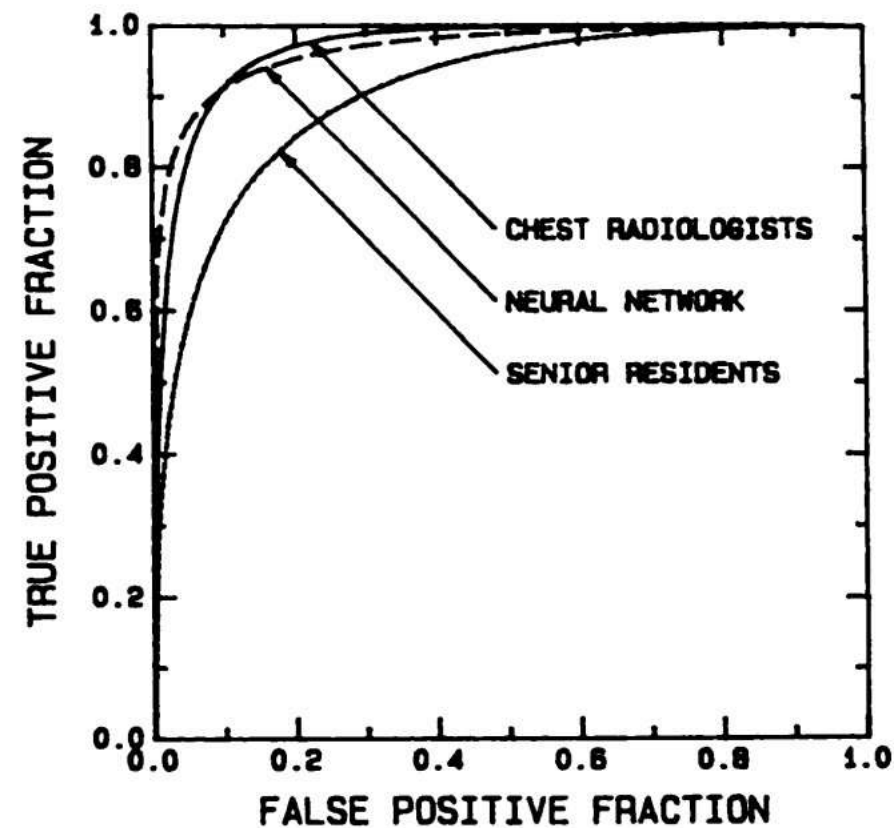
Fil rouge



Voyage dans le temps : la naissance de l'IA pour la radio thoracique *fil rouge*



Asada et al., Radiology, 1990



Problème du passage de l'analogique (vision) au numérique : permis par les CNN avec cartes graphiques

IA, plus performante ? Exemple de la radiographie thoracique



National Institutes
of Health



Input
Chest X-Ray Image

CheXNet
121-layer CNN

Output
Pneumonia Positive (85%)



- Base de données publique ChestX-ray14 :
 - Issue du NIH, déposée en ligne en septembre 2017
 - > 100 000 radiographies en vue frontale de > 30 00 patients uniques
 - Chaque image annotée par 14 labels (pneumonie, pneumothorax, etc.)
- Modèle CheXNet :
 - Entraîné à partir de ChestX-ray14
 - Première version de l'article en novembre 2017 (2 mois après dépôt de base)
 - (*Pranav Rajpurkar et al.*, Arxiv.org, > 3000 citations)
 - Architecture : réseau de neurones convolutifs à 121 couches

Modèle plus performant
que le radiologue "moyen"
sur une métrique

	F1 Score (95% CI)
Radiologist 1	0.383 (0.309, 0.453)
Radiologist 2	0.356 (0.282, 0.428)
Radiologist 3	0.365 (0.291, 0.435)
Radiologist 4	0.442 (0.390, 0.492)
Radiologist Avg.	0.387 (0.330, 0.442)
CheXNet	0.435 (0.387, 0.481)

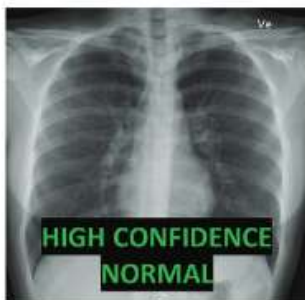
Radio thorax : Analyse de la Normalité



AI tool
ChestLink version 2.6, Oxipit

Posteroanterior
view?

Anteroposterior
view?



AUTOGENERATED
REPORT



RADIOLOGIST
WORKLIST

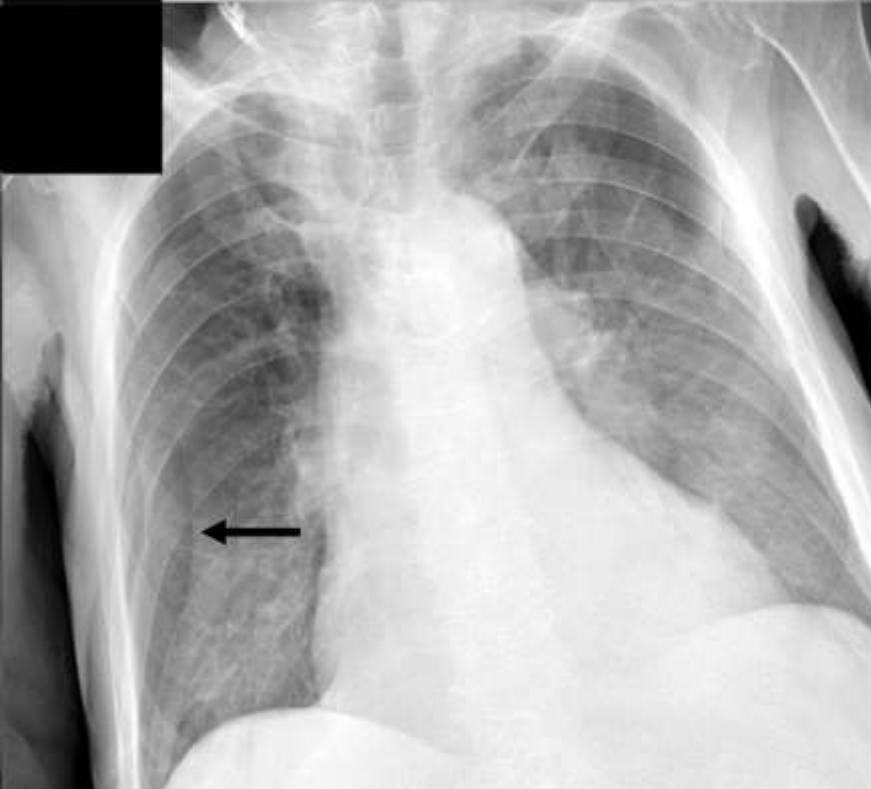
- Etude rétrospective multicentrique
- 1529 radiographies thoraciques de patients différents
- 28 % des radiographies thoraciques normales, soit 7,8 % de l'ensemble des radiographies, pourraient être automatisées en toute sécurité par un système artificiel.
- Pas de préjudice potentiel pour le patient (sensibilité anomalie > 99% contre 72,3 % pour le rapport initial, $p < 0,001$).

Un examen classé normal par cette IA l'est de façon fiable : tâche "simple" délégable

Pleisner et al., Radiology, 2023

*ChestLink (Oxipit)
Homologué dans l'Union
européenne (Conformité
Euro-péenne classe IIB)*





Faux positif de pneumothorax
par les 4 logiciels
(en réalité pli de peau bien
identifié par le radiologue)

- Evaluation de **4 outils d'IA commerciaux** sur 2040 radiographies
- Sensibilité :
 - Maladie du parenchyme pulmonaire : 72%-91%
 - Pneumothorax : 63%-90%
 - Epanchements pleuraux : 62%-95%
- Spécificité
 - Elevée pour les radiographies normales ou avec anomalie unique (> 95%)
 - Plus faible pour les radio avec de multiples anomalies
- Taux de **faux positifs plus élevés pour les outils d'IA** que pour les rapports de radiologie, tandis que les **taux de faux négatifs étaient similaires**.

Pour lutter contre les faux positifs de l'IA : première lecture
par IA corrigée par un radiologue ?

Pleisner et al., Radiology, 2023



- Etude diagnostique impliquant 140 radiologues, 324 cas de patients et 15 pathologies avec les prédictions correspondantes de l'IA
- Années expérience, sous-spécialité (thoracique), familiarité avec outils d'IA : ne permet pas de prédire de manière fiable l'impact de l'assistance de l'IA.
- Les radiologues les moins performants ne bénéficient pas systématiquement de l'assistance de l'IA.
- Les prédictions inexactes de l'IA affectent négativement les performances des radiologues

Yu et al., Nature Medicine, 2024



Dilemme de l'Oracle

Comment le médecin peut-t-il aller contre l'avis d'une entité considérée comme supérieure à lui, même quand elle se trompe ?

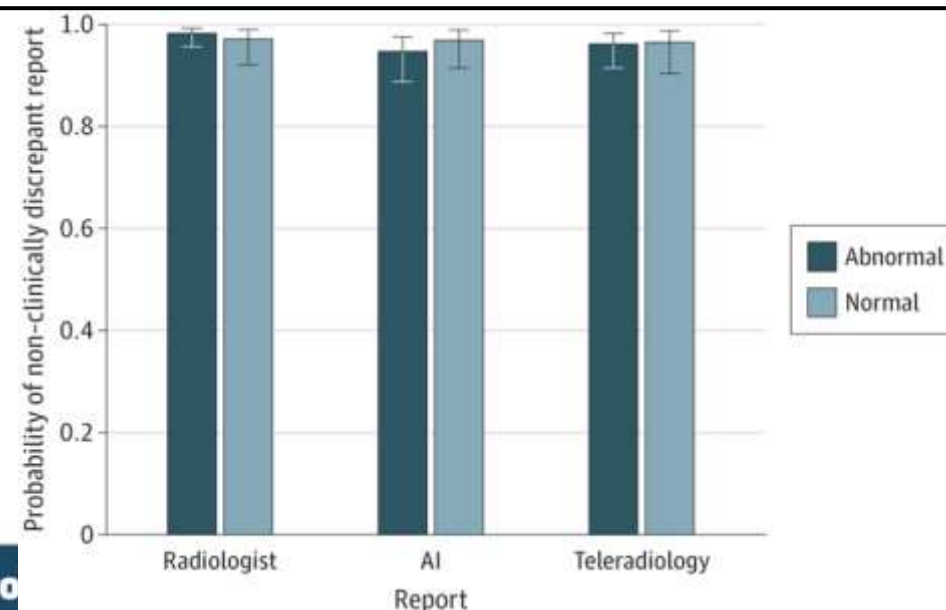
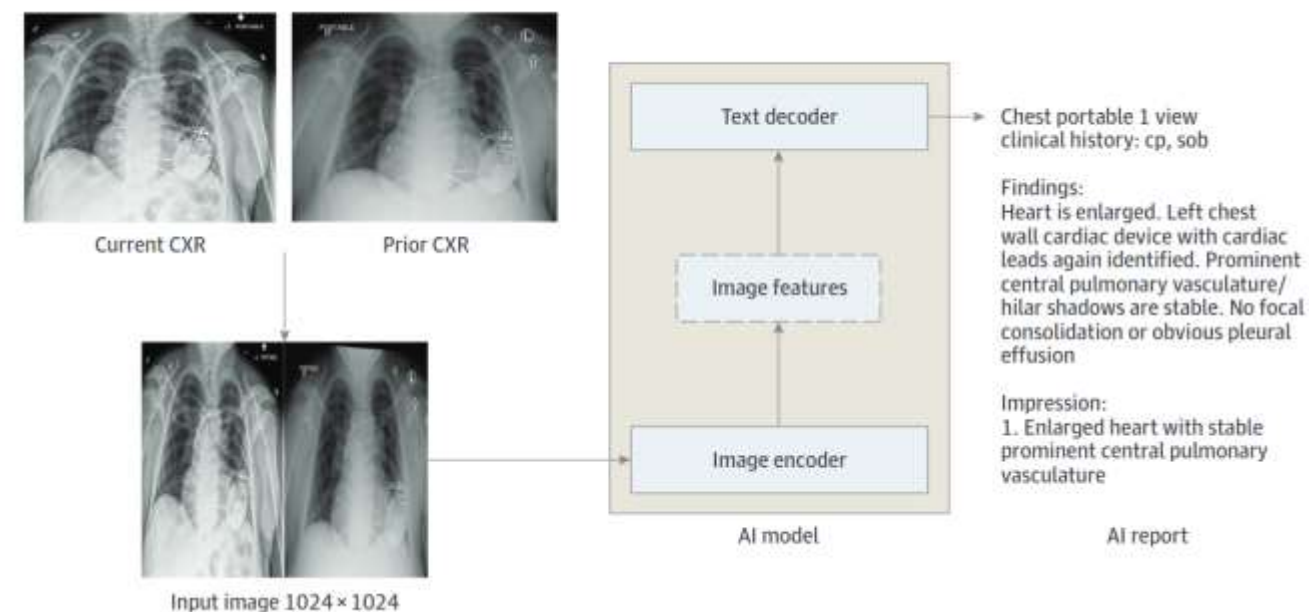
Radio thorax : compte-rendu d'IA générative sans radiologue ?



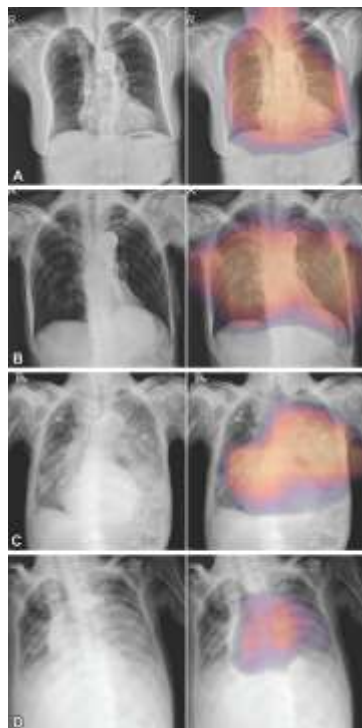
- 500 radiographies thoraciques du service des urgences
- Comptes-rendus : radiologue in situ, téléradiologue, IA
- Evaluation précision clinique et qualité textuelle par des médecins urgentistes

Huang et al., Jama Open Network, 2023

Dans des situations critiques (urgence, pénurie),
un compte-rendu généré par IA peut être
mieux que rien, sous contrôle d'un clinicien

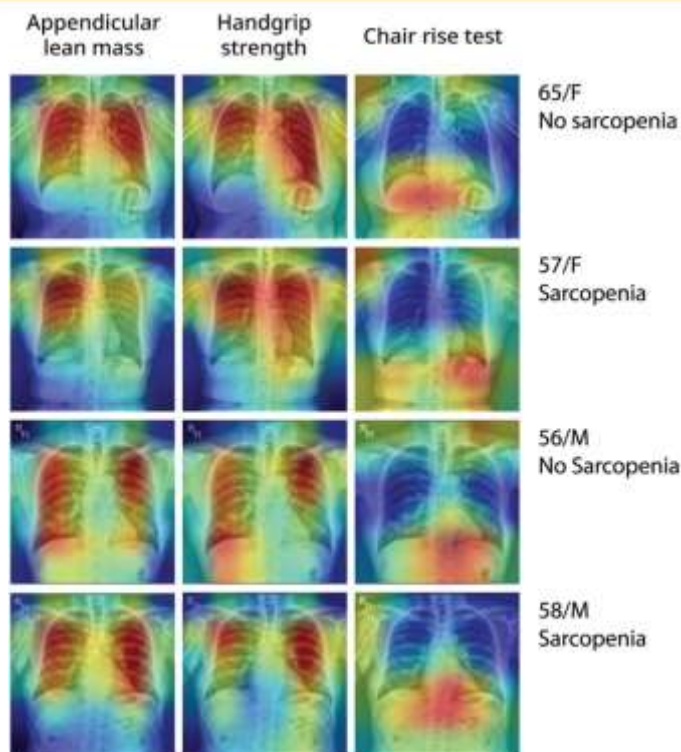


Radio thorax : l'IA permet d'aller au-delà du "simple" diagnostic !



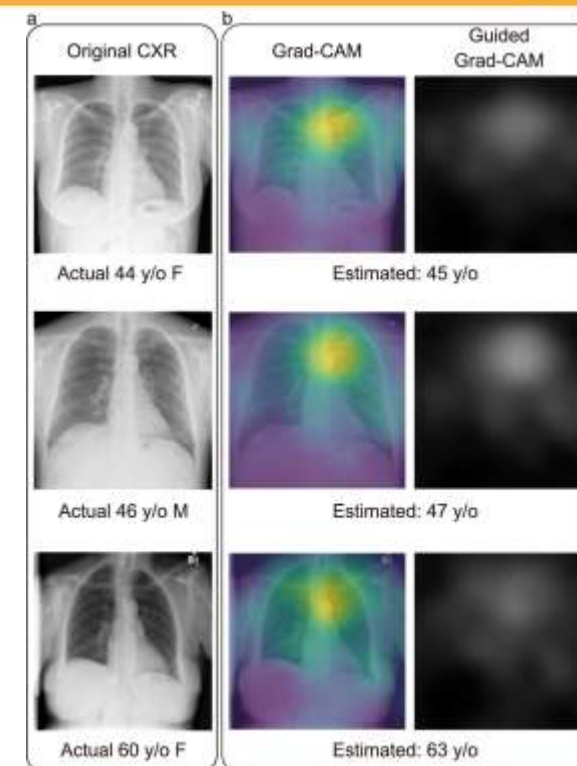
Ostéopénie

Lin et al., Radiology, 2023



Sarcopénie

Ryu et al., J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2023



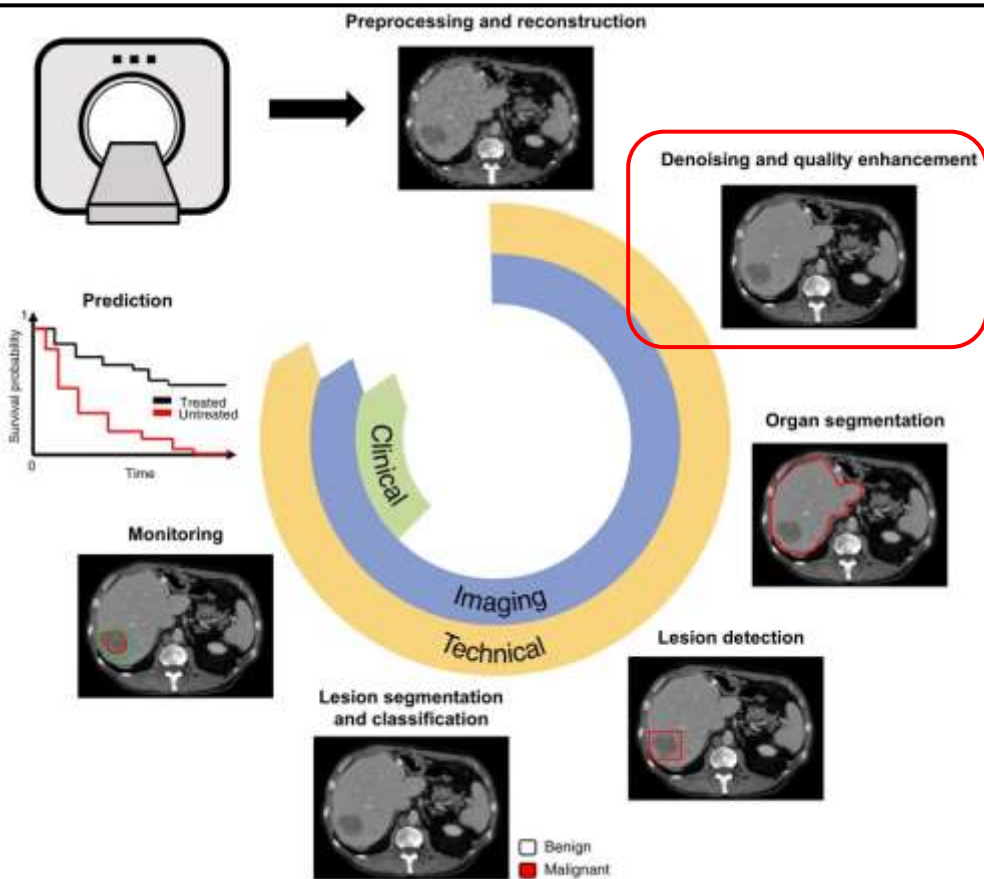
Age fonctionnel !

Ieki et al., Communications Medicine, 2022

Avec l'IA on pourra fournir plus d'informations au clinicien que le seul diagnostic

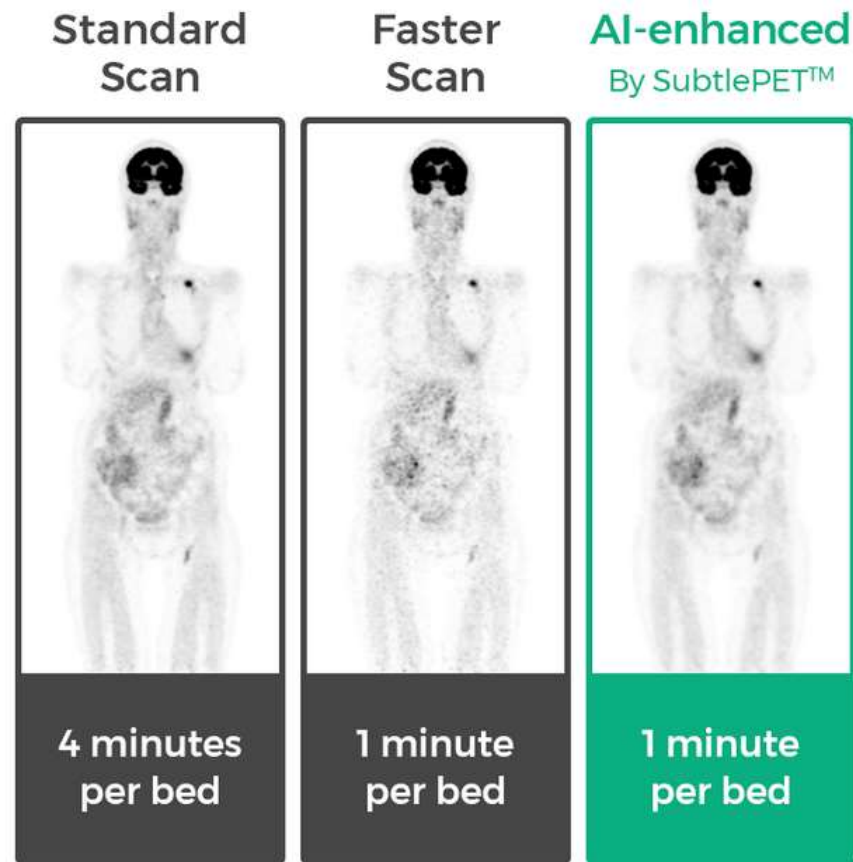
Finalement, l'IA ce n'est que pour le diagnostic en imagerie ?

L'IA est et sera dans chacun des rouages de l'imagerie médicale



E. Montagnon et al., Insights into Imaging, 2017

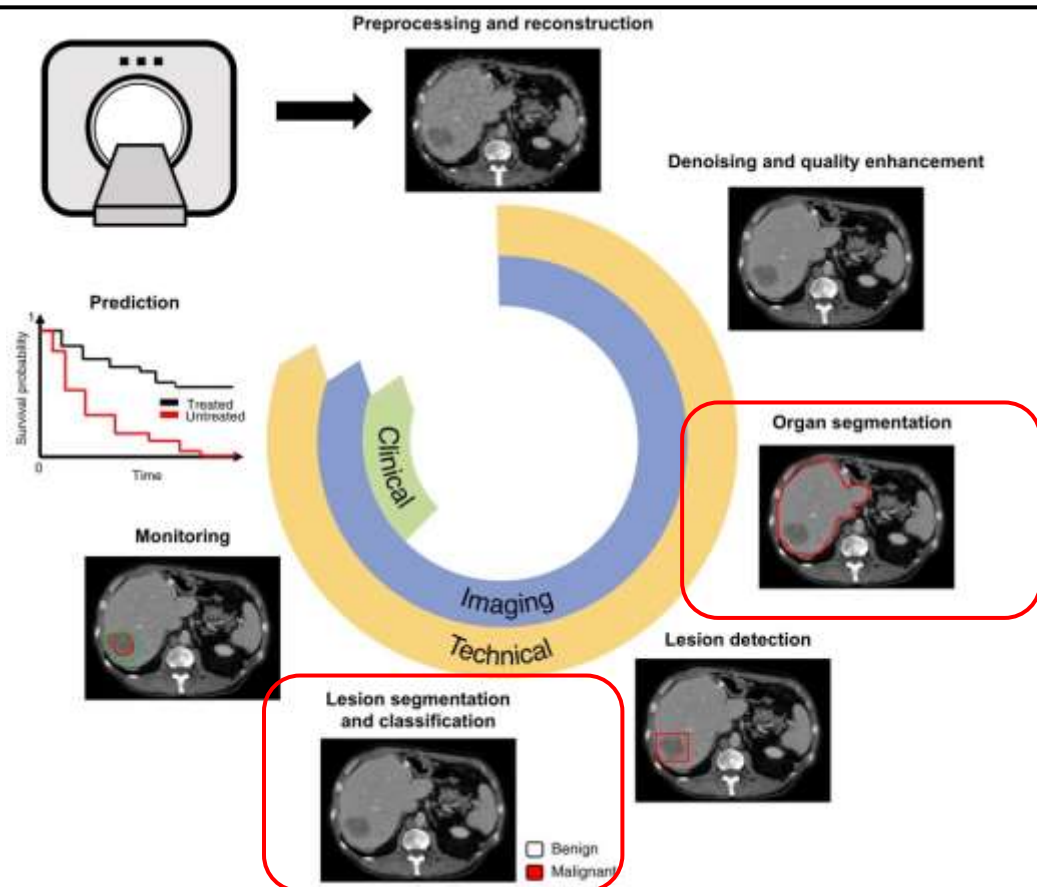
Le débruitage des images



Ex : TEP FDG

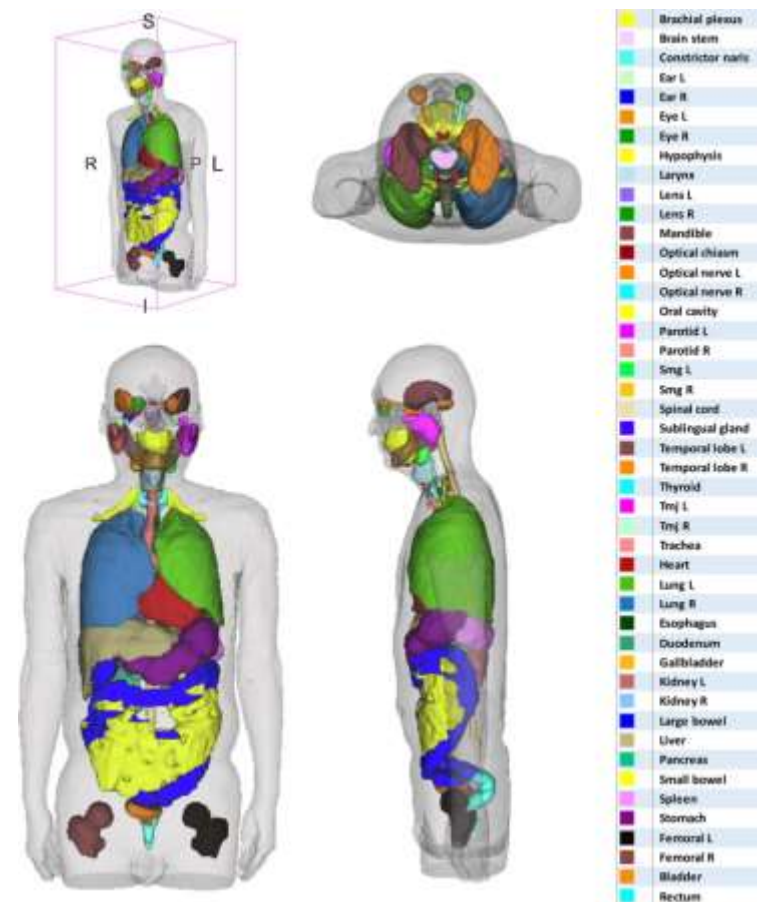
Finalement, l'IA ce n'est que pour le diagnostic en imagerie ?

L'IA est et sera dans chacun des rouages de l'imagerie médicale



E. Montagnon et al., Insights into Imaging, 2017

La segmentation des organes et des lésions

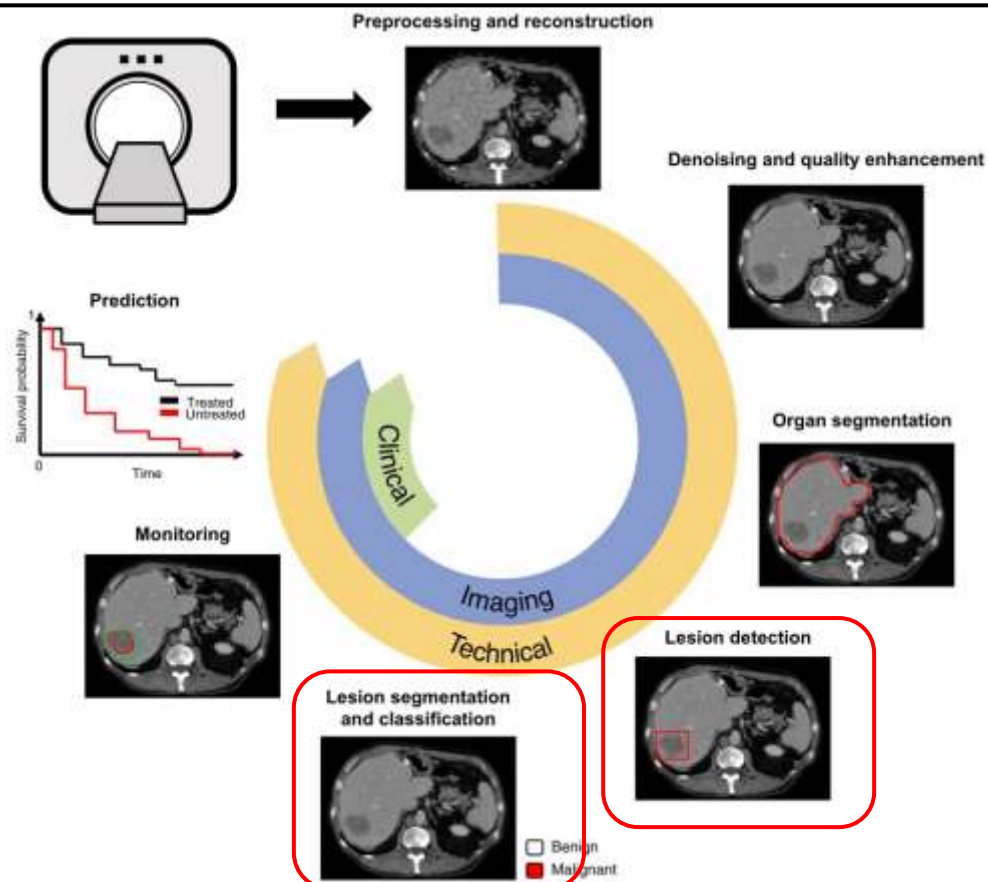


*Chen et al.,
Radiotherapy and
Oncology, 2021*

Ex : Radiothérapie externe

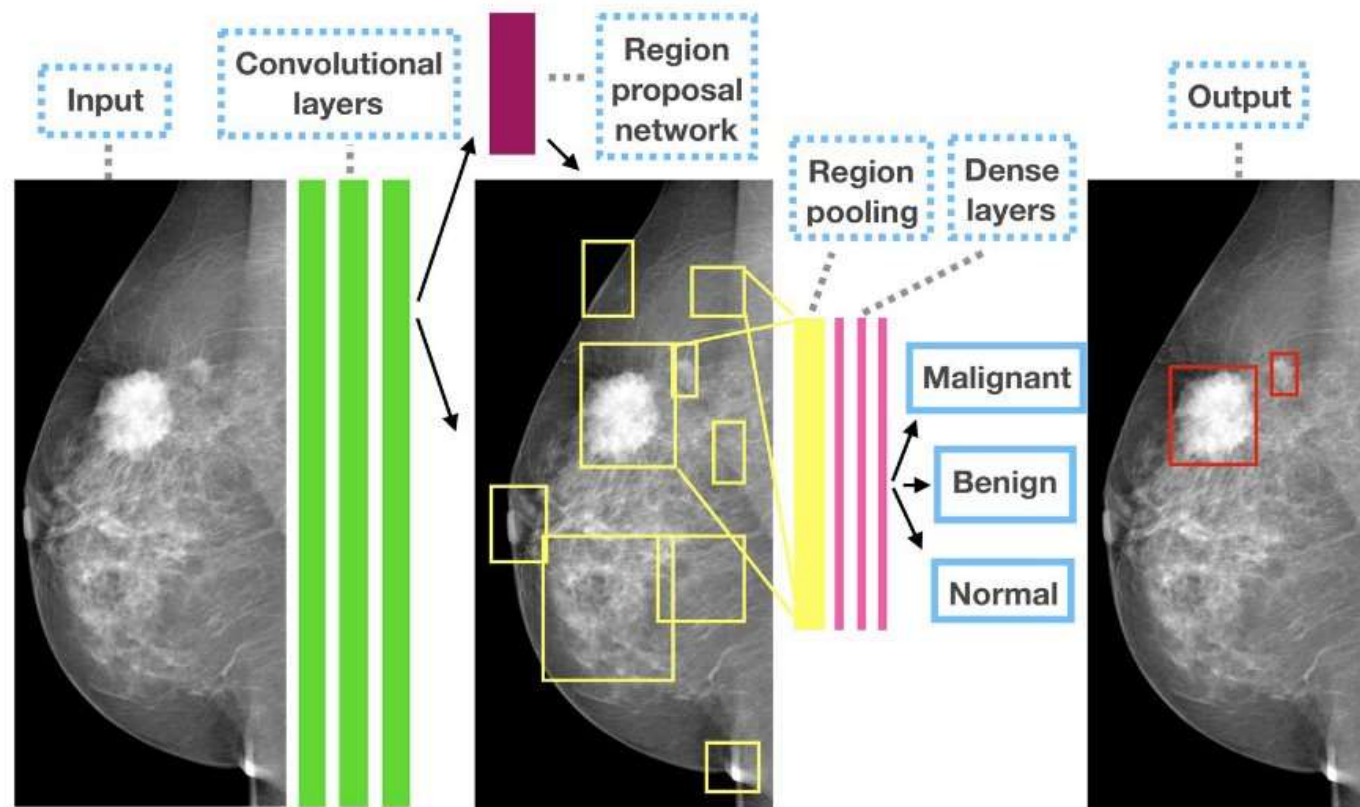
Finalement, l'IA ce n'est que pour le diagnostic en imagerie ?

L'IA est et sera dans chacun des rouages de l'imagerie médicale



E. Montagnon et al., *Insights into Imaging*, 2017

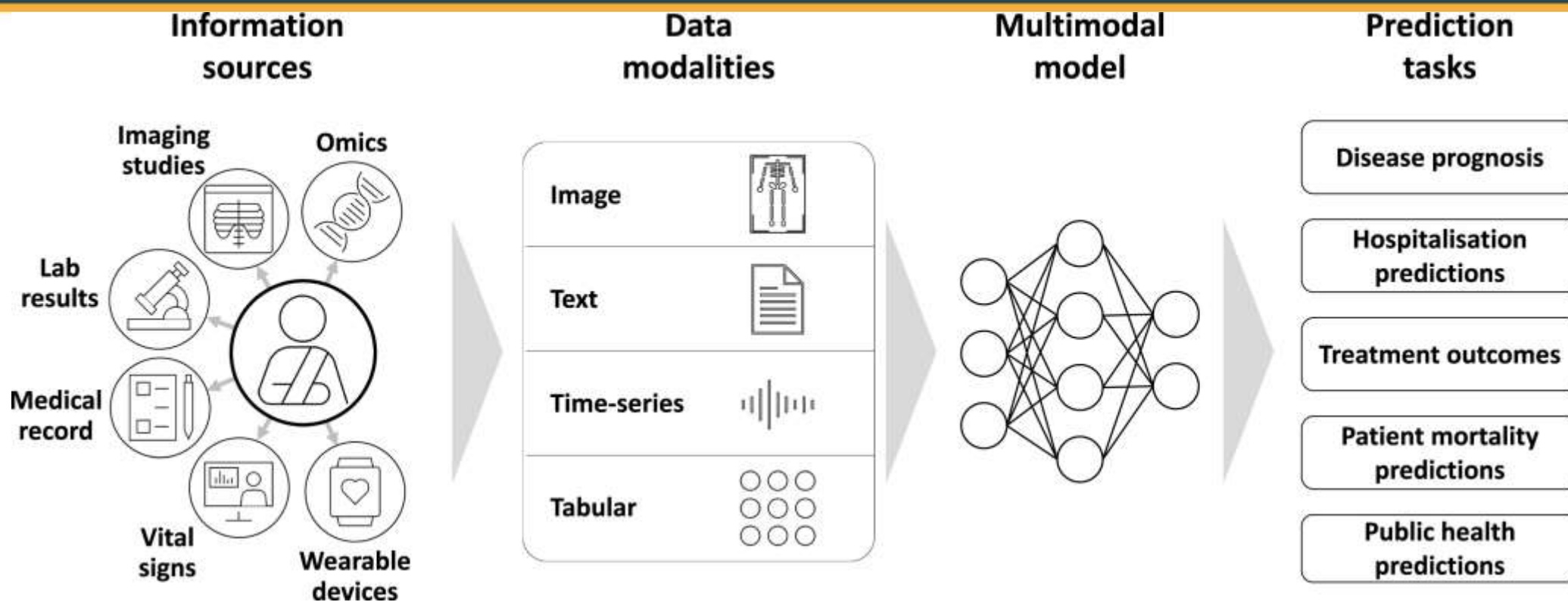
La détection et la segmentation des lésions



T. Schaffter et al., *JAMA Network Open*, 2020

Ex : mammographie mammaire

OK, mais l'IA restera confinée à l'imagerie médicale...



Krones et al., Information Fusion, 2025

L'IA est en avance en imagerie, mais l'imagerie ne sera bientôt qu'un élément parmi d'autres pour l'évaluation globale du patient.

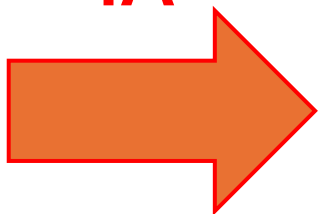
Que deviendront les médecins "imageurs" ?

« Deep Learning is not going to replace us, but it will redefine us »

Avant



IA



Après

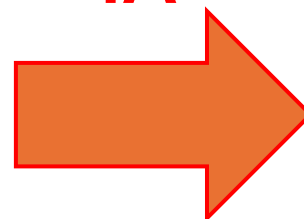


Plutôt non

Avant



IA



Après



Plutôt oui

- IA outil parmi d'autres
- Productivité augmentée
- Nouvelles applications +/- "opportunistes"
- Délégation pour tâches simples

Merci pour votre attention

Take Home

- Des tâches "simples" pourront être déléguées (exemple : diagnostic de normalité)
- Le médecin imageur doit conserver les moyens pour aller contre l'avis d'une IA afin d'éviter les erreurs de celle-ci
- Dans des situations critiques (urgence, pénurie), un compte-rendu généré par IA peut être mieux que rien, sous contrôle d'un clinicien
- Avec l'IA on pourra fournir plus d'informations au clinicien que le seul diagnostic (exemple : composition corporelle)
- L'IA est et sera dans chacun des rouages de l'imagerie médicale

