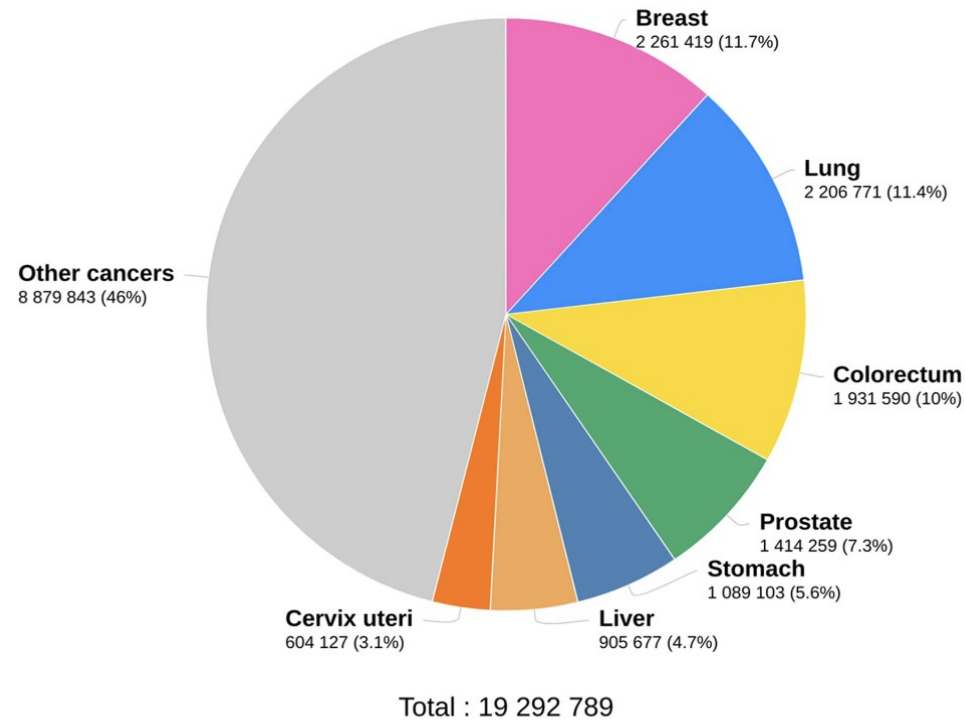


IA et médecine

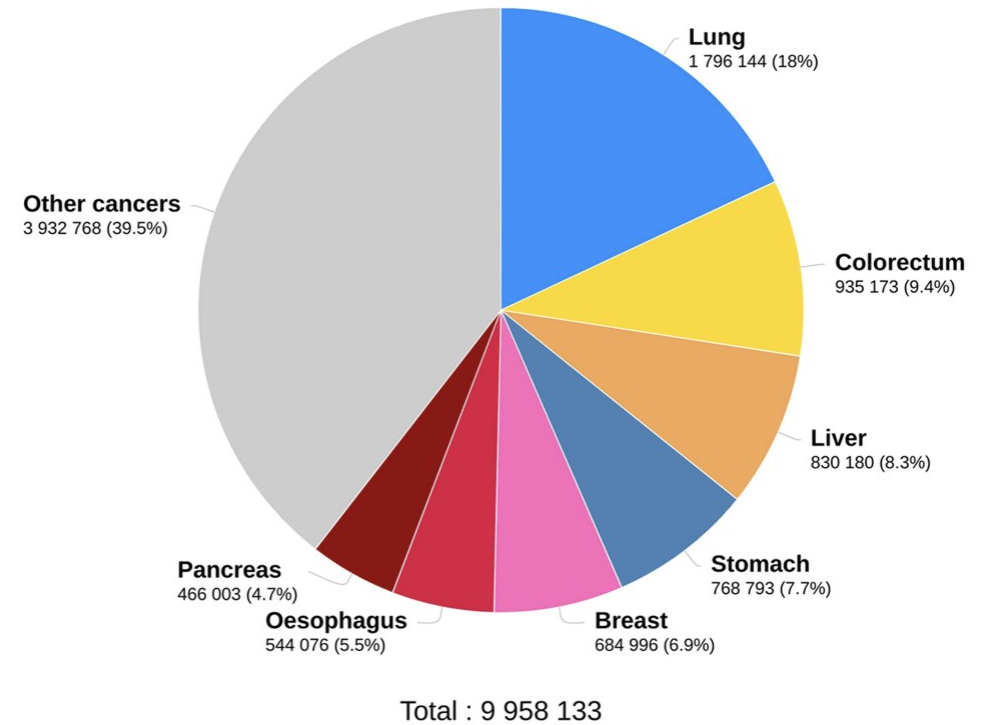
Enjeux Numérique du Monde Contemporain

Introduction : le cancer

Estimated number of new cases in 2020, World, both sexes, all ages



Estimated number of deaths in 2020, World, both sexes, all ages



Problématique:

Dans quelles mesures les algorithmes d'Intelligence Artificielle (IA) peuvent-ils améliorer la prise en charge du patient notamment en oncologie et quels enjeux soulèvent-ils ?

Sommaire

I) Amélioration des soins

- A) Qu'est-ce qu'une IA? Quelles IA au service de la médecine?
- B) Analyse Imagerie médicale (IRM, radio, scanner)
- C) Apport de l'IA au traitement personnalisé du patient : Traitement ciblé
- D) Les bases de données utilisées par les IA médicales

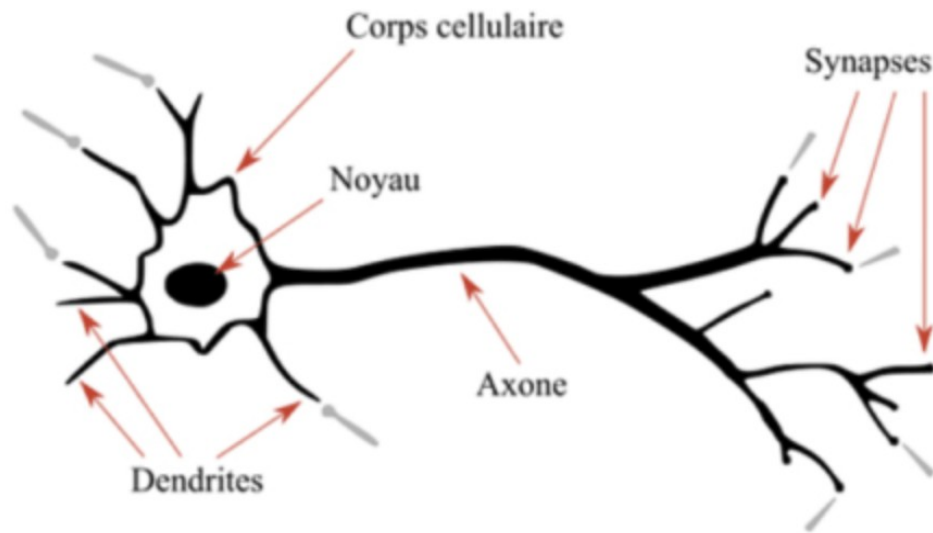
II) Limite et enjeux éthiques

- A) Quelle confiance en un algorithme?
- B) Reproduction des biais humains
- C) Gestion des données personnelles
- D) Cadre juridique/responsabilité

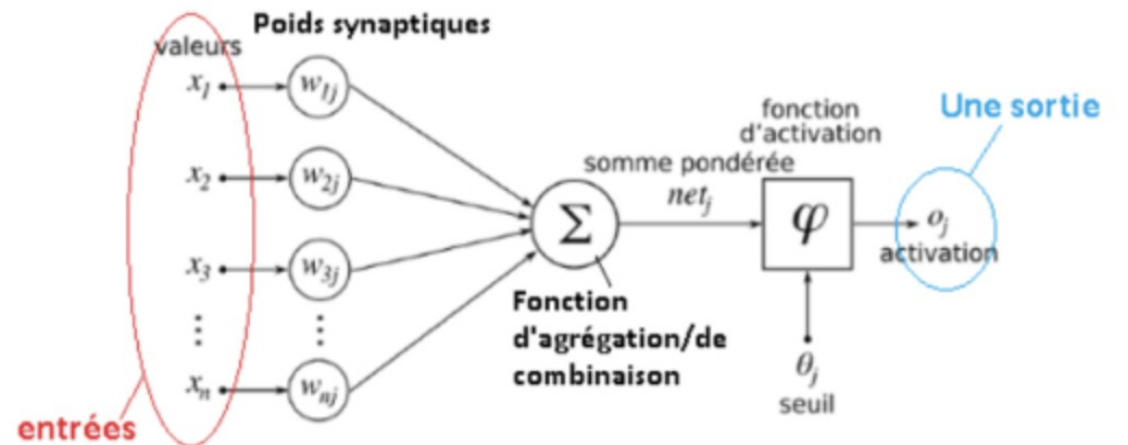
La création d'une IA repose sur 4 étapes



Réseaux neuronaux convolutifs



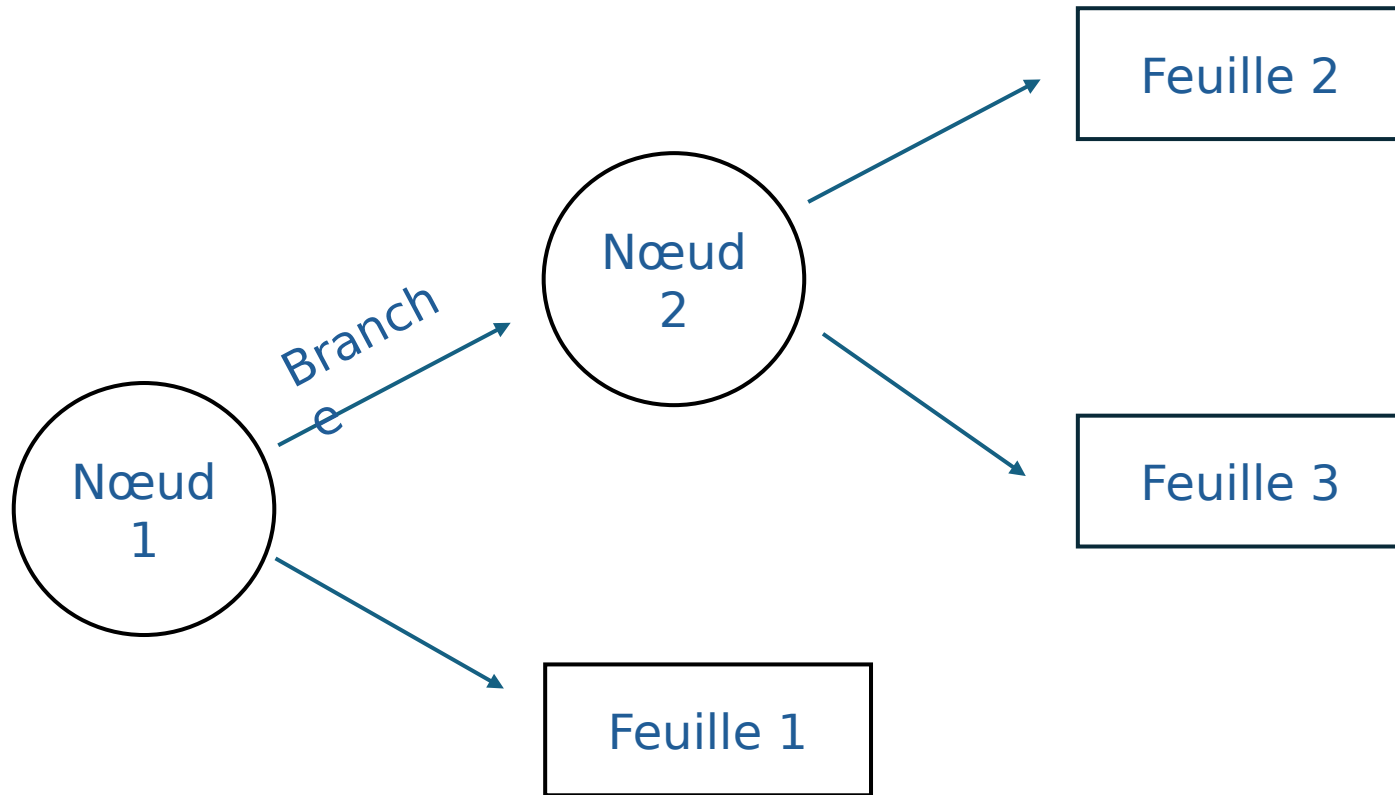
NEURONE BIOLOGIQUE



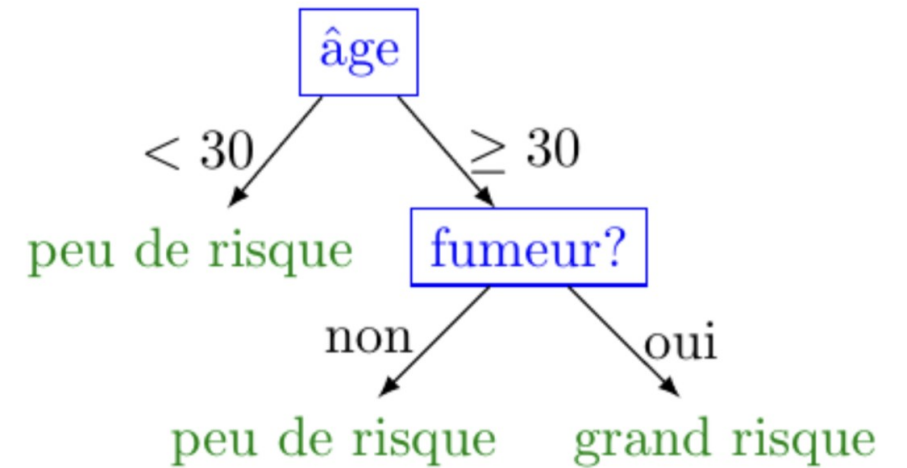
NEURONE ARTIFICIEL

Arbre de décision

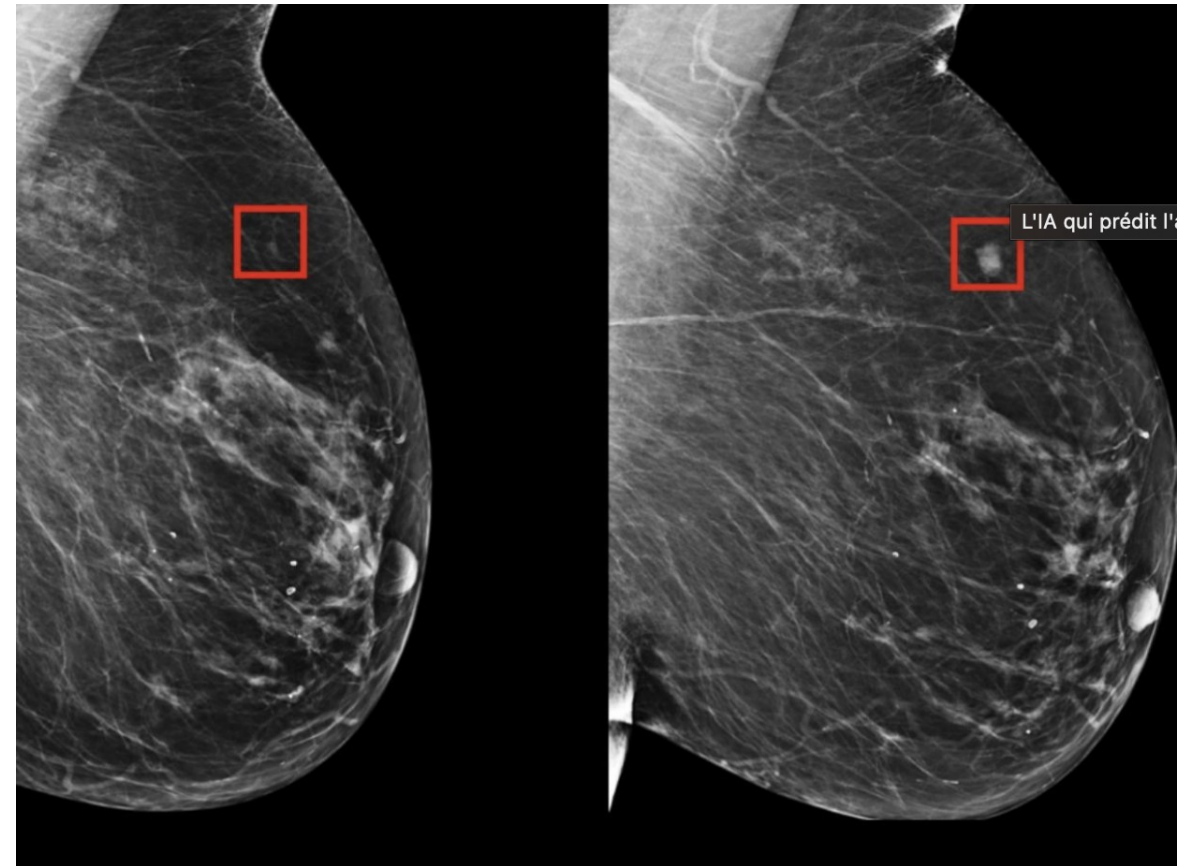
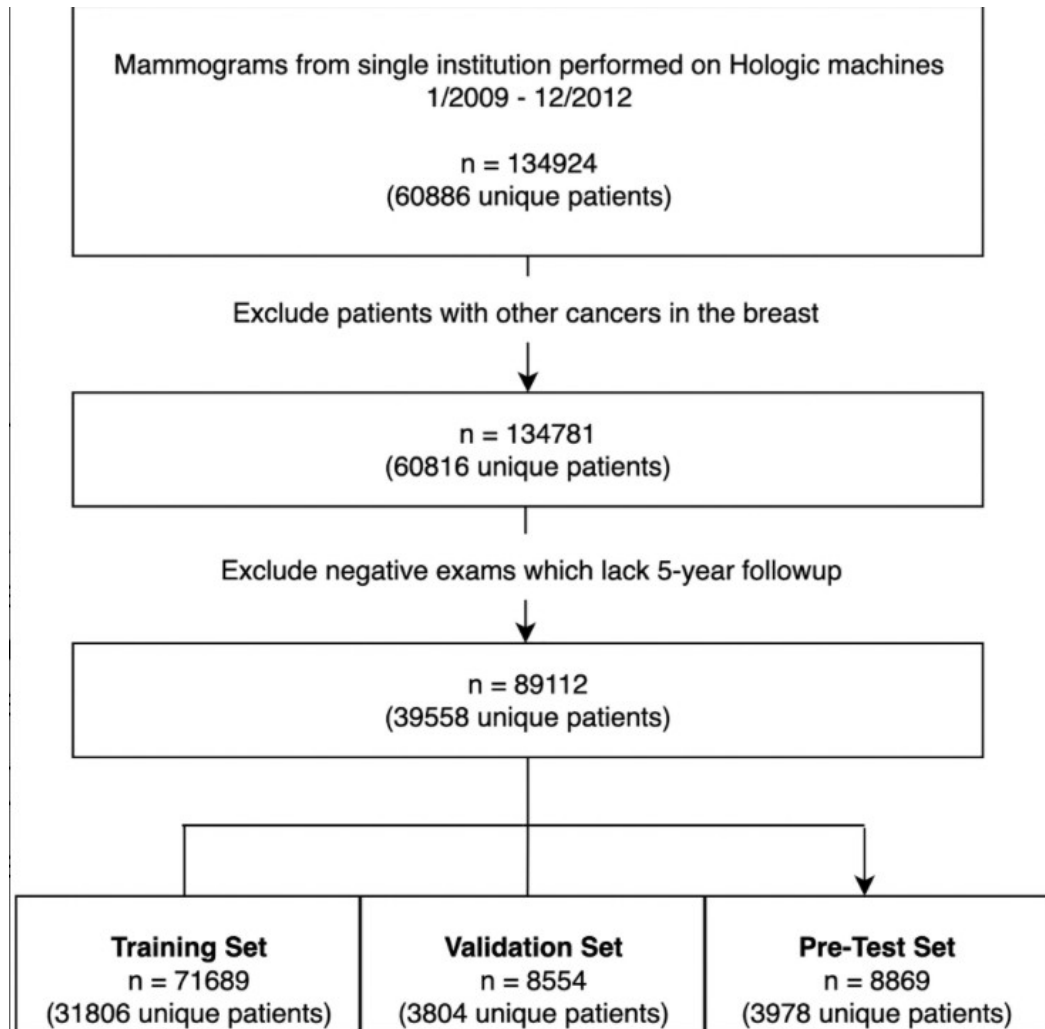
Schéma d'un arbre de décision



Exemple simple d'arbre de décision



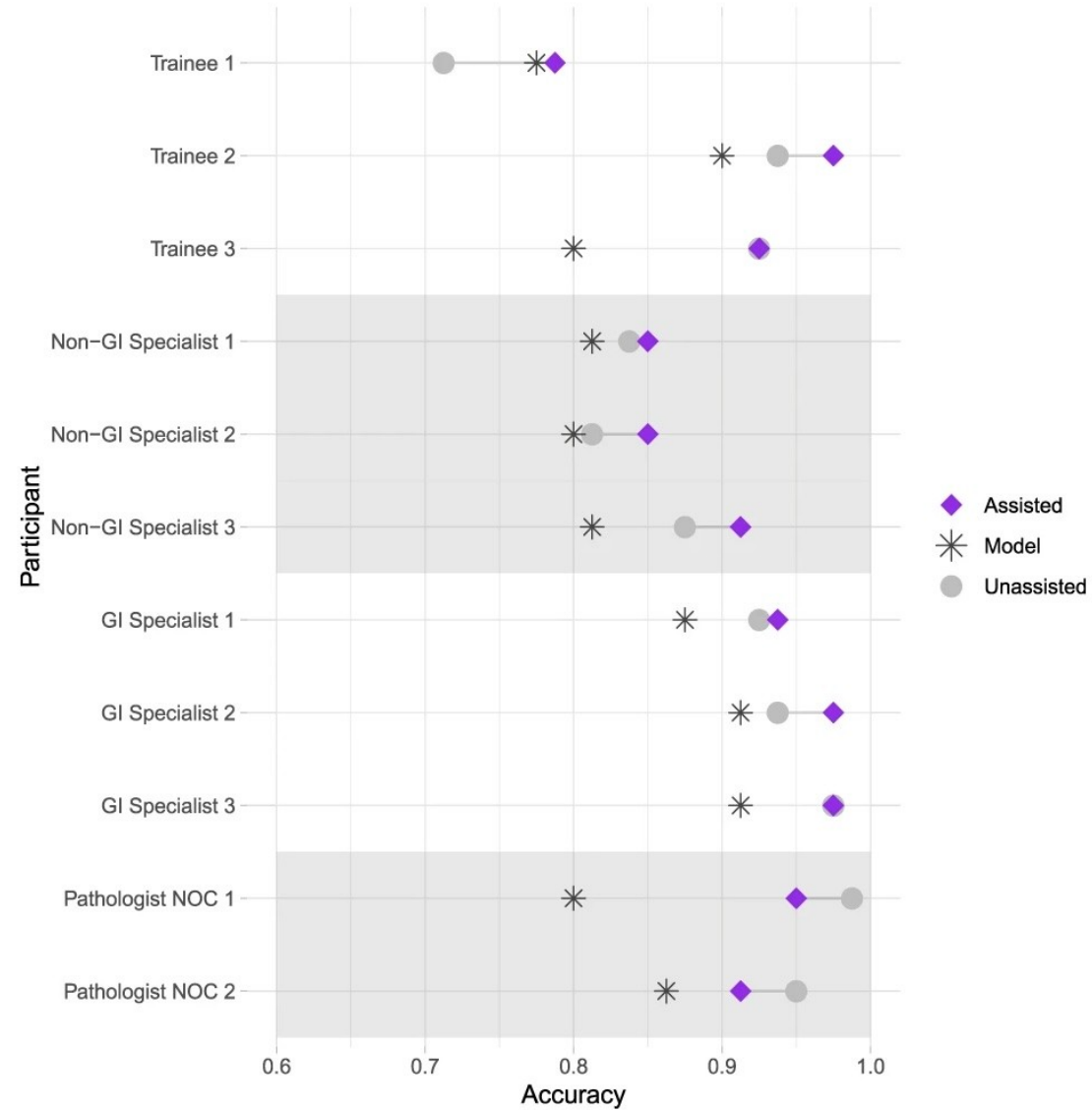
Analyse d'imagerie médicale



A Deep Learning Mammography-based Model for Improved Breast Cancer Risk Prediction, A.Yala et al. In Radiology

Fig. 4: Impact of assistance on individual pathologist diagnostic performance.

From: [Impact of a deep learning assistant on the histopathologic classification of liver cancer](#)



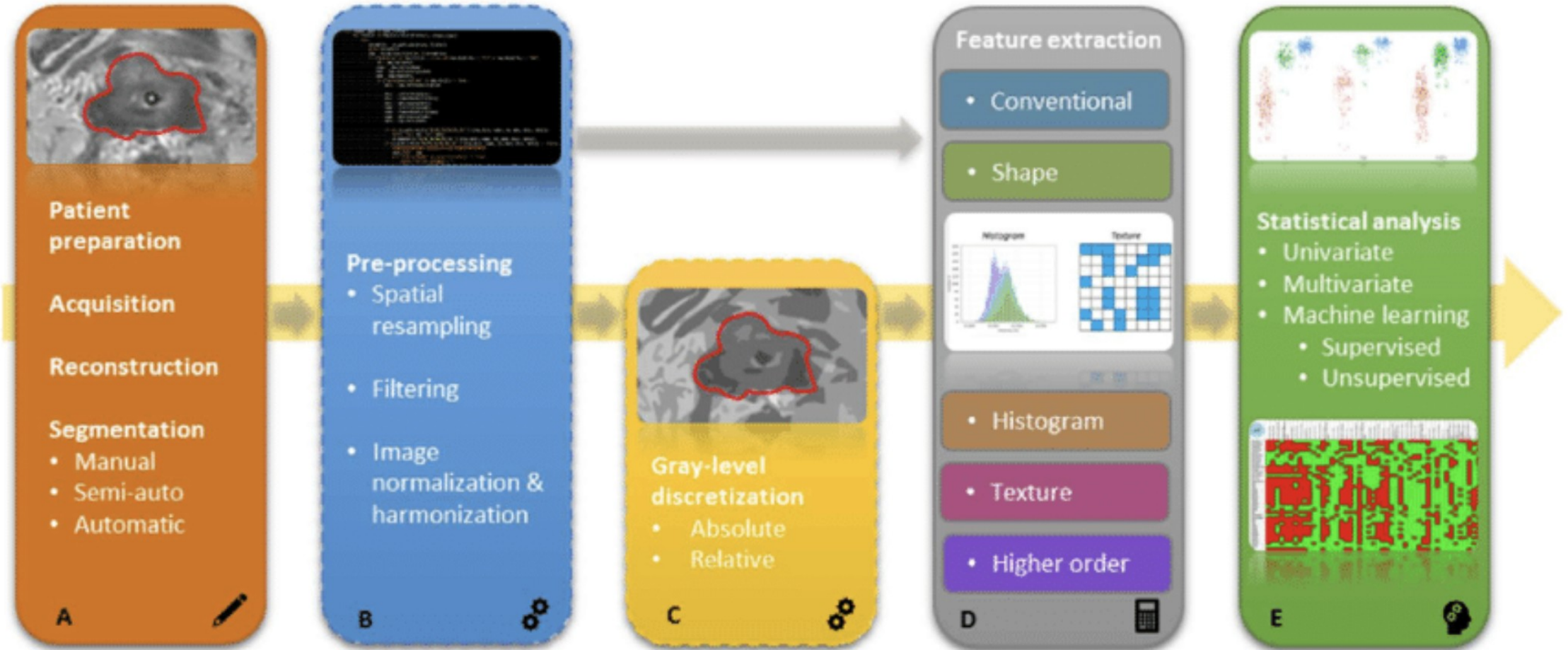
The average diagnostic accuracy (across the set of 80 experiment WSI) for each pathologist is plotted as follows: gray circle (unassisted) = accuracy of the unassisted pathologist, star (model) = accuracy of the model alone (based on pathologist selected input patches), purple diamond (assisted) = accuracy of the pathologist with model assistance.

Radiomics

Radiomique : Traduire des images médicales en données quantitatives

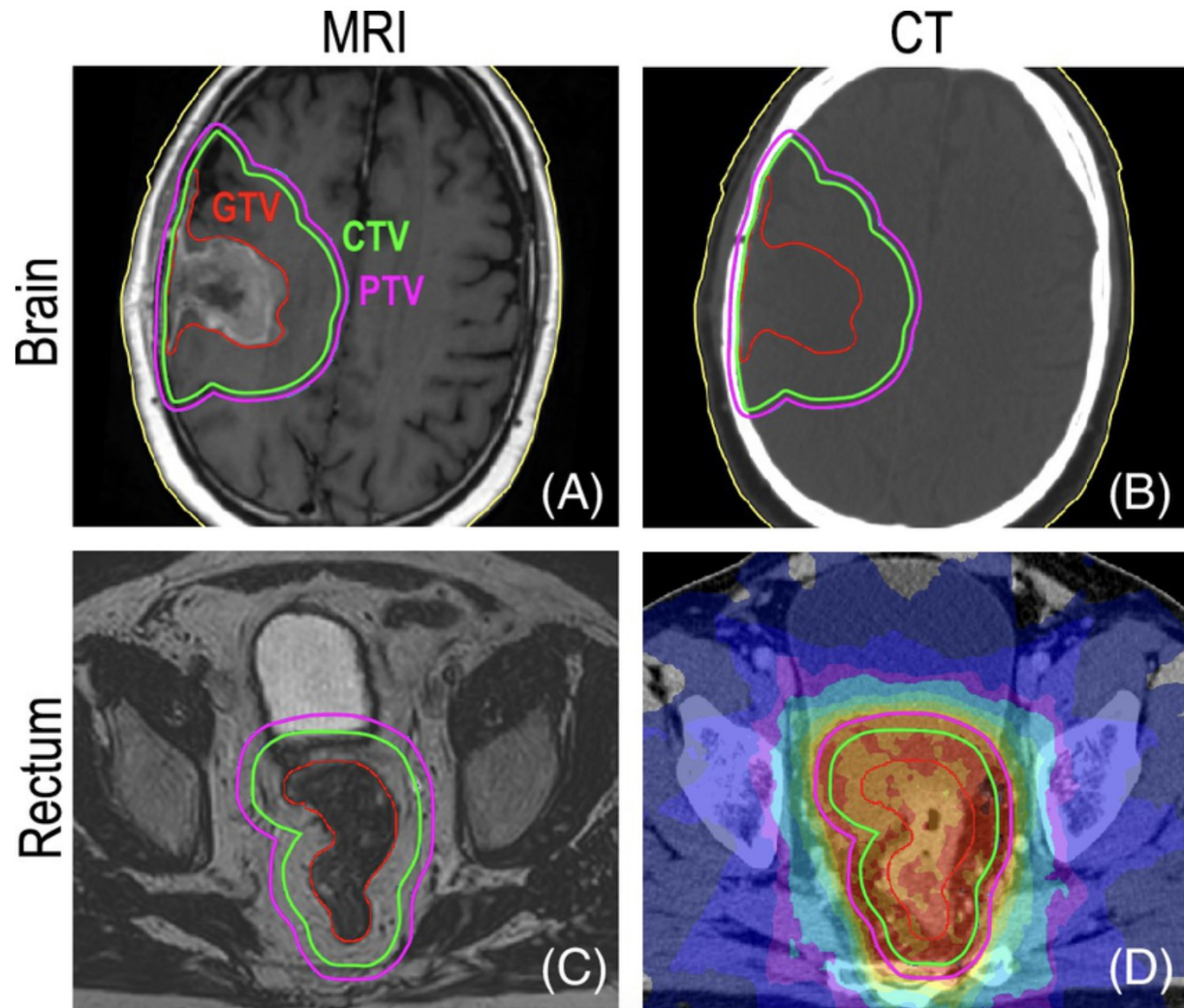
- extraction de métriques de haute dimension des images médicales
- Déduction du phénotype de la tumeur (propriétés cellulaires et moléculaires)

Radiomics



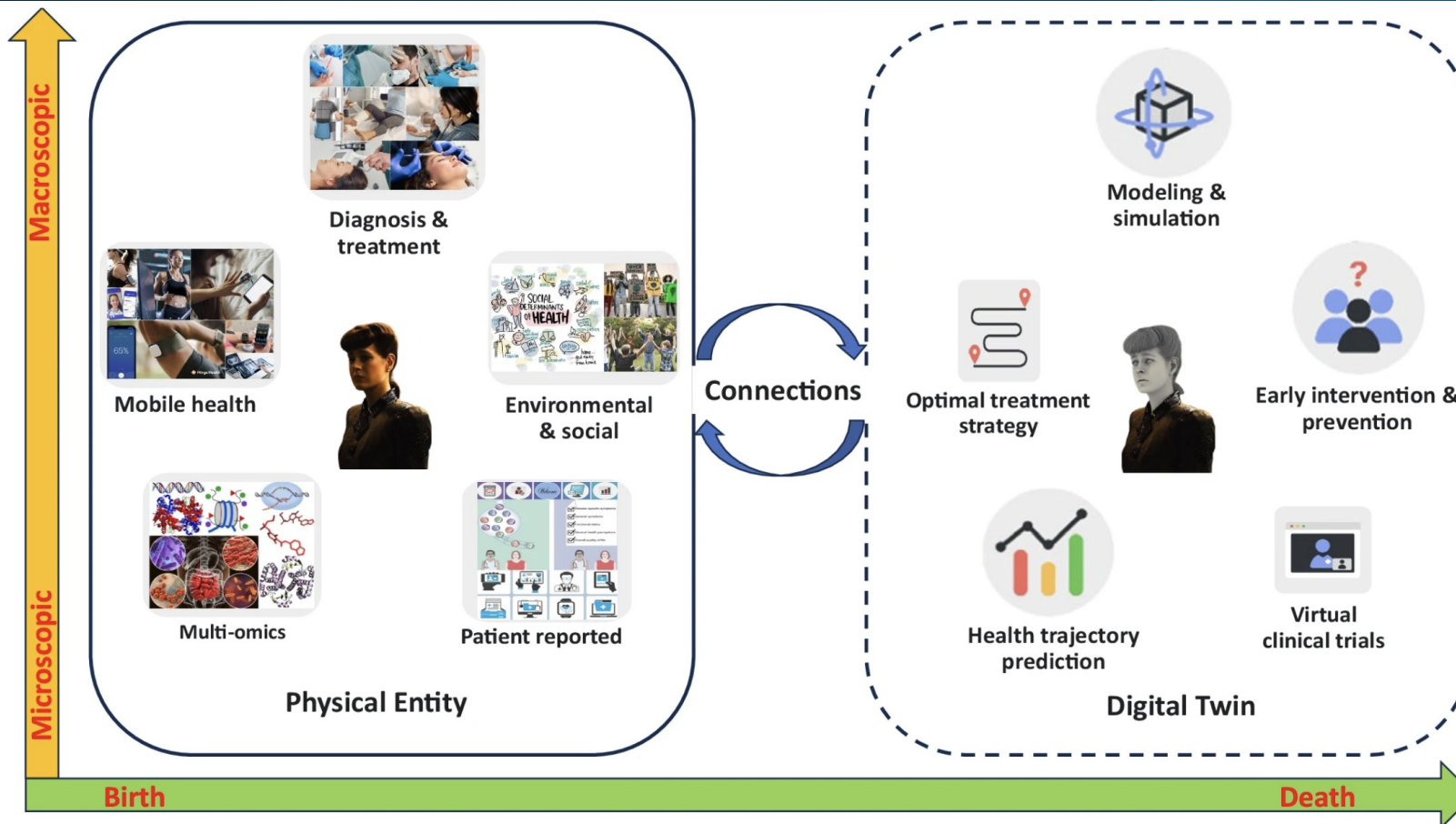
Par Sylvain Reuzé, l'Institut Gustave Roussy

Apport de l'IA au traitement radiothérapique



The future of MRI in radiation therapy : Challenges and Opportunities for the MR community, R.J. Goodburn et al.

Jumeaux numériques



Katsoulakis, E., Wang, Q., Wu, H. *et al.* Digital twins for health: a scoping review. *npj Digit. Med.* 7, 77 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01073-0>

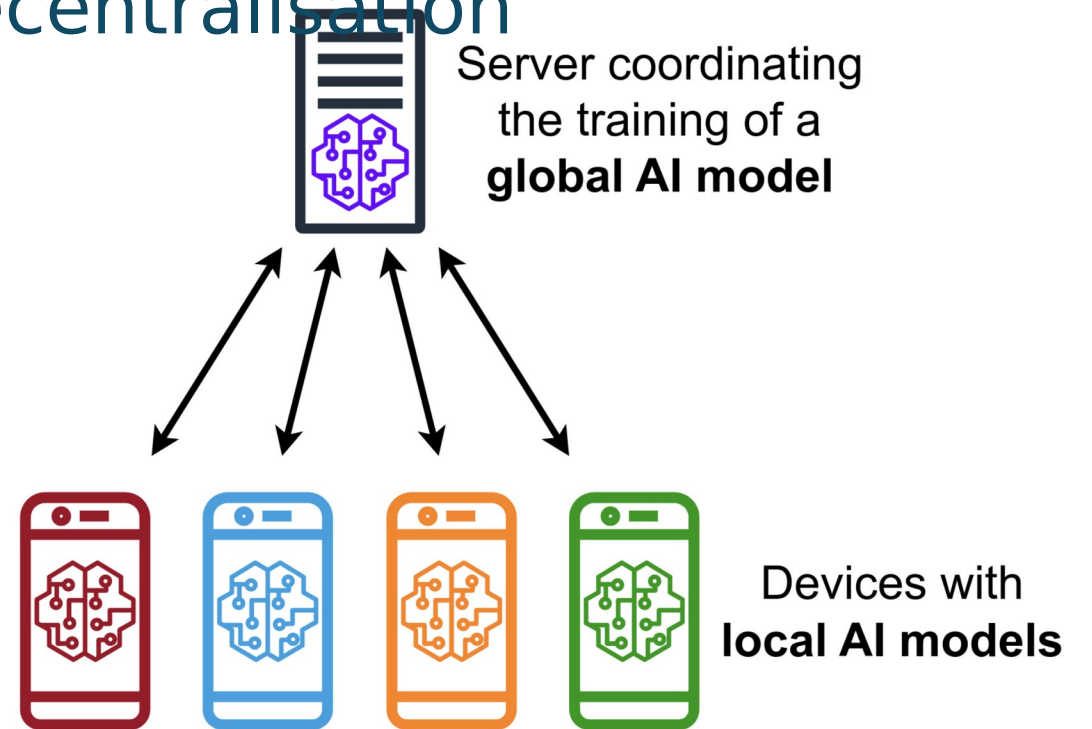
IA repose sur bases de données

Bases de données peuvent contenir des données:

- Cliniques
- Biologiques et génétiques
- D'imagerie médicale
- Démographiques et contextuelles

En France:
SNIIRAM

Apprentissage fédéré :
décentralisation



Page wikipedia Federated learning

Quelle confiance en un algorithme?

IA = boîte noire ?



Quelle confiance en un algorithme?

Théorème de Bayes:

$$P_B(A) = \frac{P_A(B)P(A)}{P(B)} = \frac{P_A(B)P(A)}{P_A(B)P(A) + P_{\bar{A}}(B)P(\bar{A})}$$

M : "la personne est malade"

T : "le test est positif"

Prévalence 1 personne sur 1000 est malade : $P(M)=0,0001$ et donc $P(\bar{M})=0,9999$

Le test est positif à 99% si la personne est malade : $P_M(T)=0,99$

Le test est négatif à 99% si la personne n'est pas malade :

$P_{\bar{M}}(\bar{T})=0,99$

Quelle est la probabilité d'être vraiment malade si le test est positif ($P_T(M)$) ?

Quelle confiance en un algorithme ?

M : "la personne est malade"

T : "le test est positif"

Prévalence 1 personne sur 1000 est malade : $P(M)=0,0001$ et donc $P(\bar{M})=0,9999$

Le test est positif à 99% si la personne est malade : $P_M(T)=0,99$

Le test est négatif à 99% si la personne est n'est pas malade :
 $P_{\bar{M}}(\bar{T})=0,99$

$$\begin{aligned} P_T(M) &= \frac{P_M(T)P(M)}{P_M(T)P(M) + P_{\bar{M}}(\bar{T})P(\bar{M})} \\ &= \frac{10^{-4} \times 0,99}{10^{-4} \times 0,99 + 0,9999 \times 10^{-3}} \simeq 0,09. \end{aligned}$$

Seulement 9% des positifs sont vraiment malades

Reproduction des biais humains

Biais de sélection: l'IA risque de sous-performer pour les populations sous-représentées --> ex: Mélanome sur peau noire

Biais d'échantillonnage : Si les données proviennent principalement de certaines régions, hôpitaux ou catégories socio-économiques --> risque d'overfitting

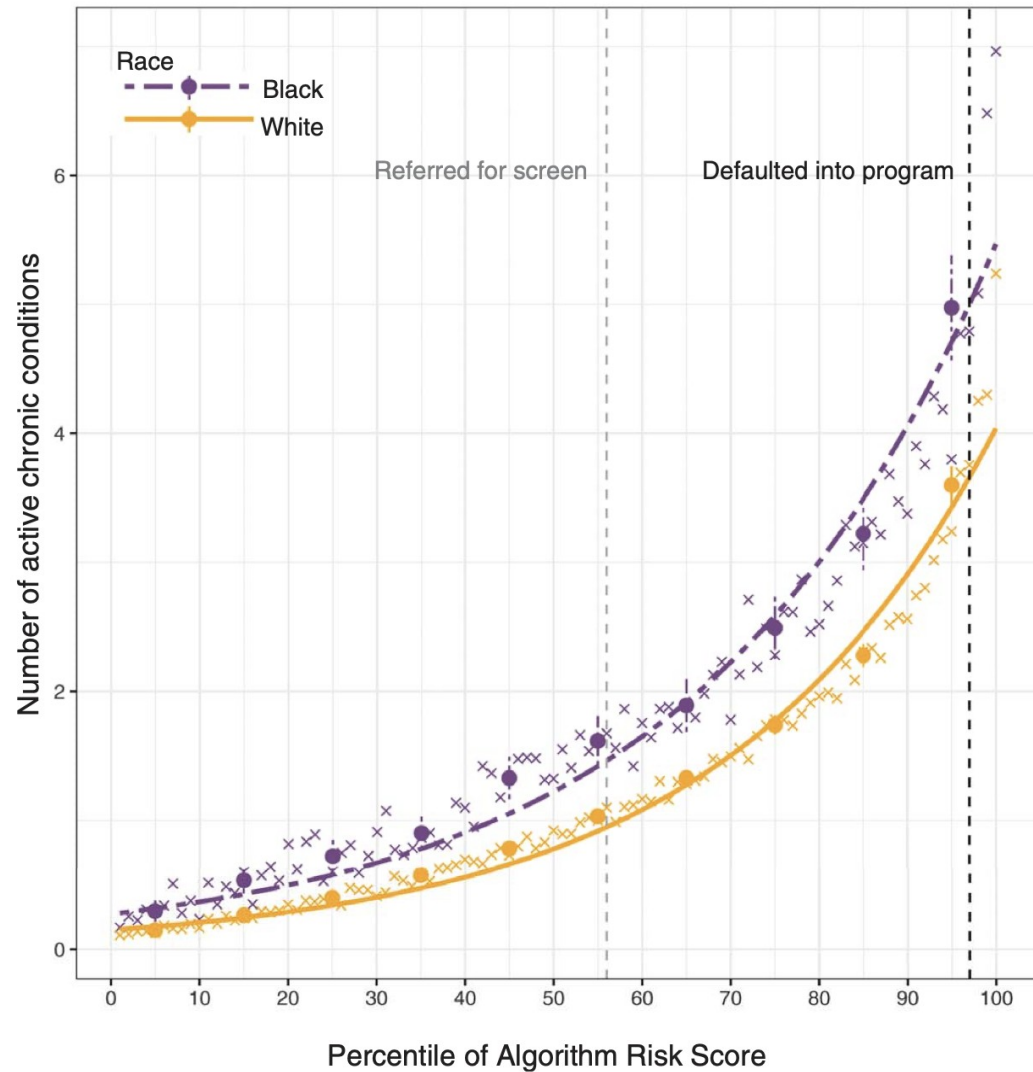
Biais dans la collecte des données: Des erreurs ou des pratiques non standardisées dans la collecte des données peuvent introduire des biais --> Nécessité de standardisation

Et bien d'autres; Biais technologique, de

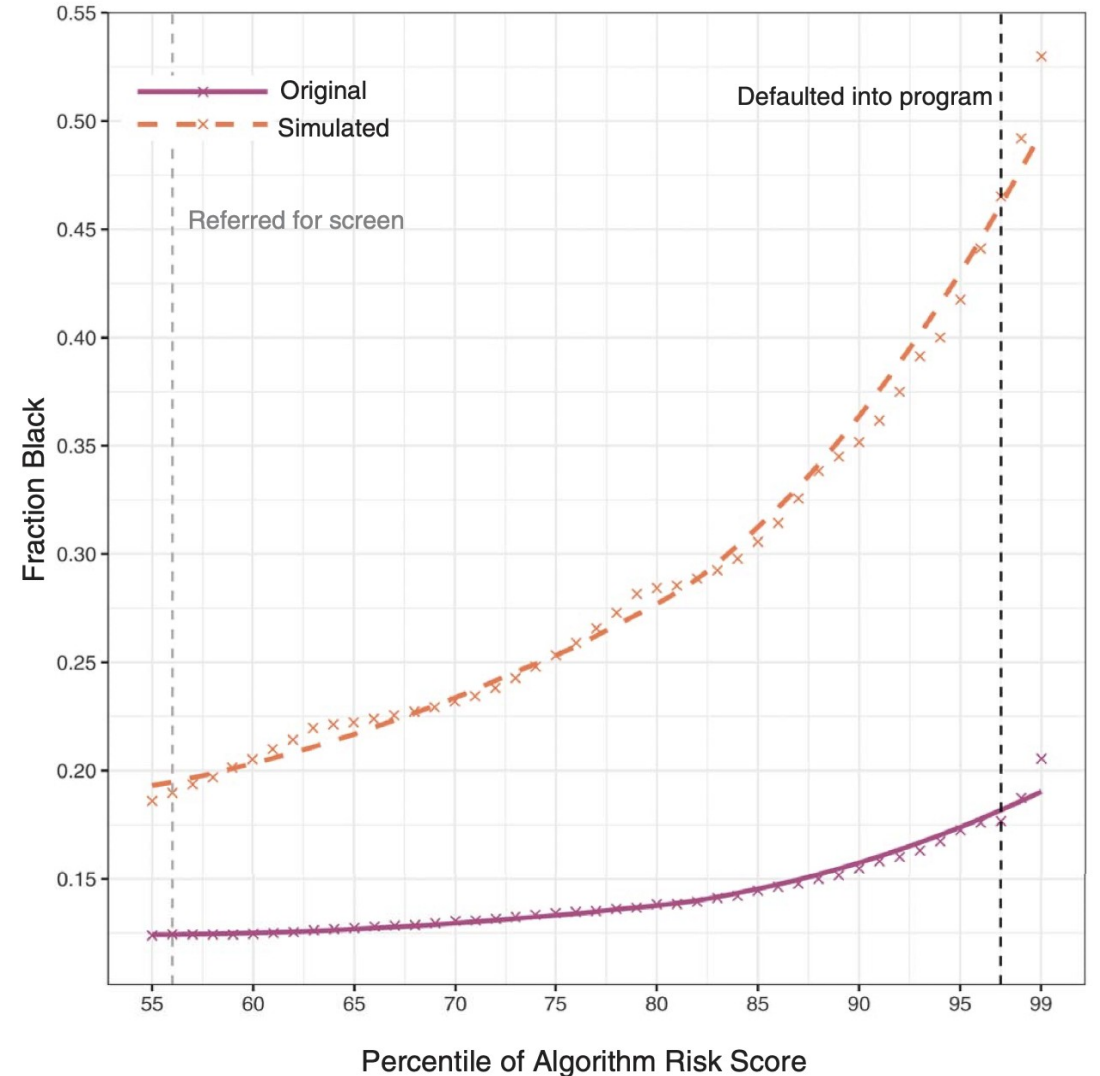
Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations

Ziad Obermeyer^{1,2*}, Brian Powers³, Christine Vogeli⁴, Sendhil Mullainathan^{5*†}

A



B



Gestion des données personnelles

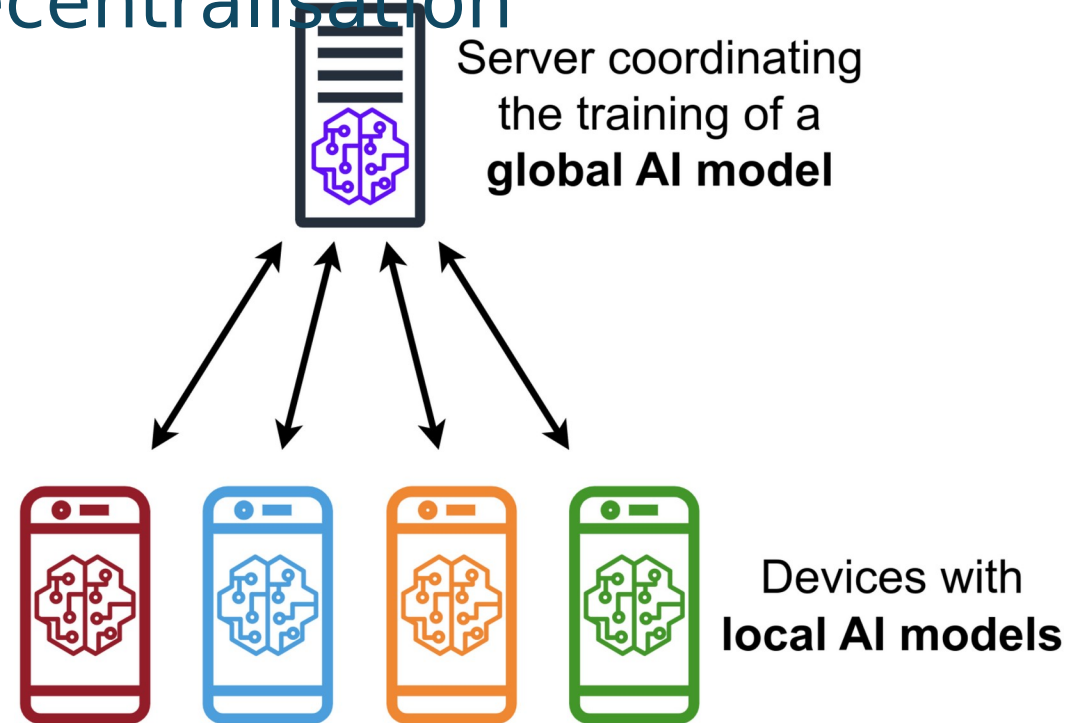
Danger:

- Données à caractère personnel
- Risque de perte de facteurs pronostiques si trop anonymisé

Plusieurs solutions:

- Génération de données artificielles
- Synthèse d'une cohorte entière artificielle
- Apprentissage fédéré

Apprentissage fédéré : décentralisation



Cadre juridique / Responsabilité

Loi Informatique et Libertés et RGPD --> protection des données (y compris de santé)

Actuellement cadre législatif peu clair sur la responsabilité vis-à-vis d'erreurs commises par l'IA

IA Act : en 2026?

- Gestion des risques
- Transparence et explicabilité
- Qualité des données
- Respect du RGPD
- Évaluation nécessaire

IA en biologie : Alpha Fold

Développé par :

- Deep Mind (Google)
- Institut européen de bio-informatique

Prix Nobel de chimie 2024:
David Baker, Demis
Hassabis et John Jumper

