

**JNI** 21<sup>es</sup> Journées  
Nationales  
d'Infectiologie

**Poitiers**  
et la région Nouvelle Aquitaine  
Palais des Congrès du Futuroscope  
du mercredi 9 septembre 2020  
au vendredi 11 septembre 2020

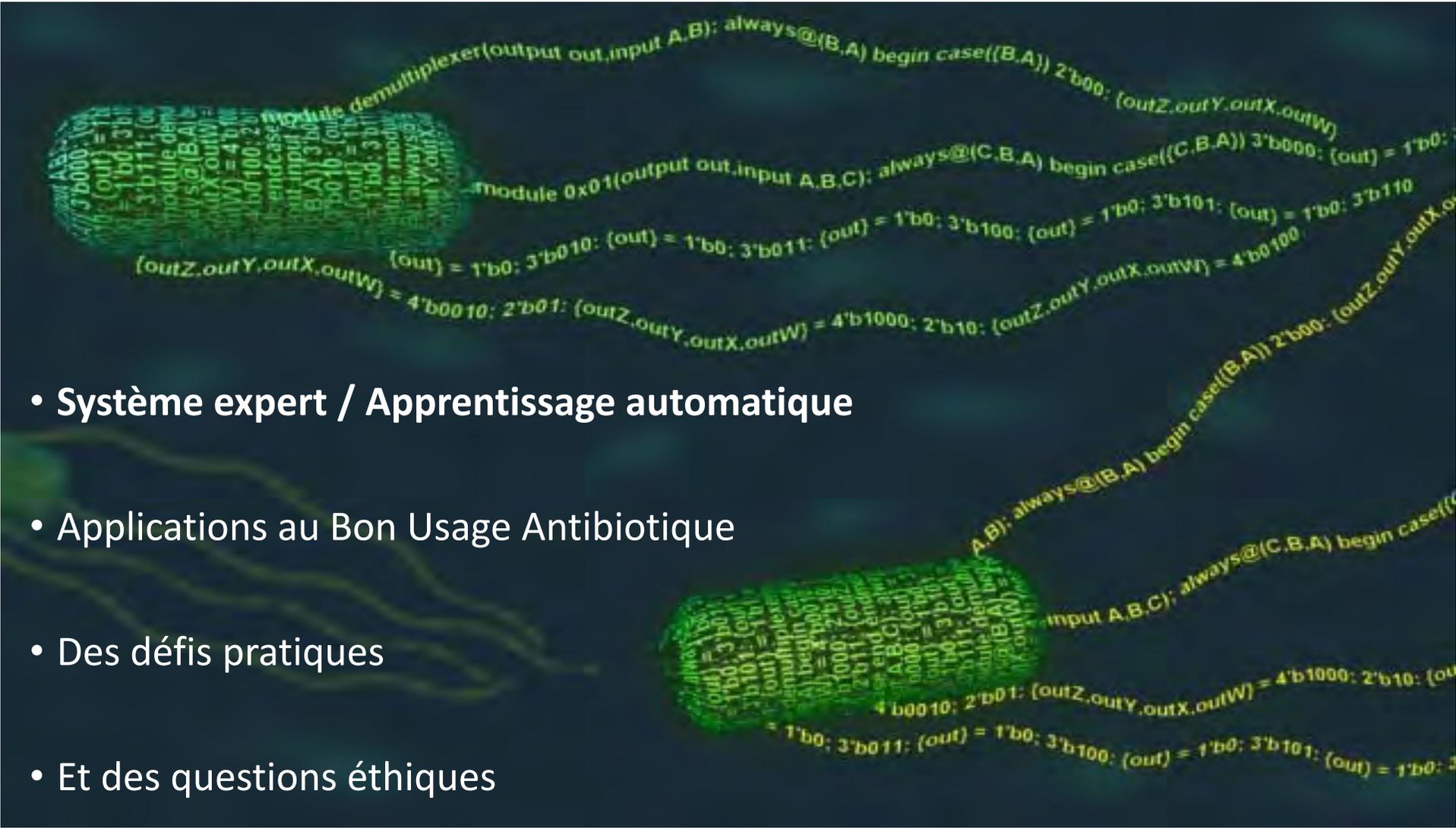


# Big Brother is helping you : qu'attendre des nouvelles technologies pour le bon usage des antibiotiques ?



21<sup>es</sup> JNI, Poitiers du 9 au 11 septembre 2020

**Nathan Peiffer-Smadja**



- **Systeme expert / Apprentissage automatique**

- Applications au Bon Usage Antibiotique

- Des défis pratiques

- Et des questions éthiques

# Systeme expert

Entretiens avec  
des medecins

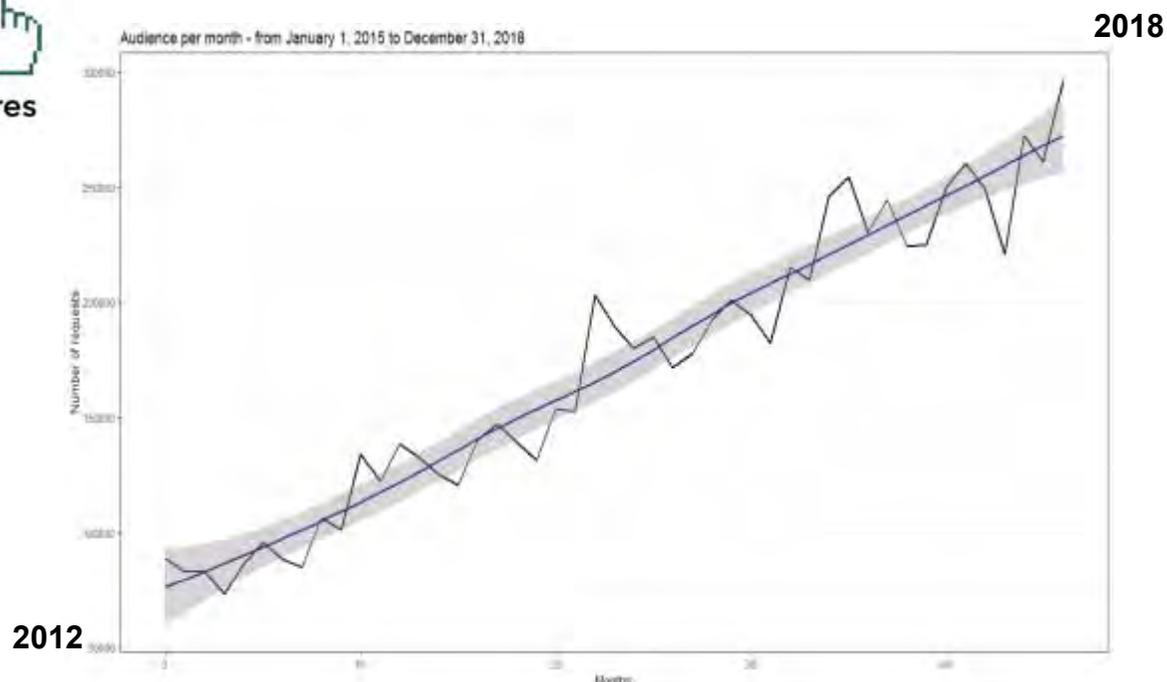
Traduction  
en regles

Programmation  
manuelle des regles

- Si pyelonephrite
  - et femme enceinte
    - → céphalosporine
  - et femme non enceinte
    - → fluoroquinolone
  - et allergie aux penicillines
    - → fluoroquinolone
  - ...
- Si pneumonie
  - et peu severe
    - → amoxicilline
  - et FdR de severite
    - ... → amoxicilline + levofloxacin

Quelle est l'infection ?	<input checked="" type="radio"/> Pyélonéphrite	<input type="radio"/> Cystite	<input checked="" type="radio"/> Pneumonie	<input type="radio"/> ...
Est-ce une femme ?	<input checked="" type="radio"/> Oui	<input type="radio"/> Non		
Est-elle enceinte ?	<input checked="" type="radio"/> Oui	<input type="radio"/> Non		
Est-elle allergique aux pénicillines ?	<input type="radio"/> Oui	<input checked="" type="radio"/> Non		

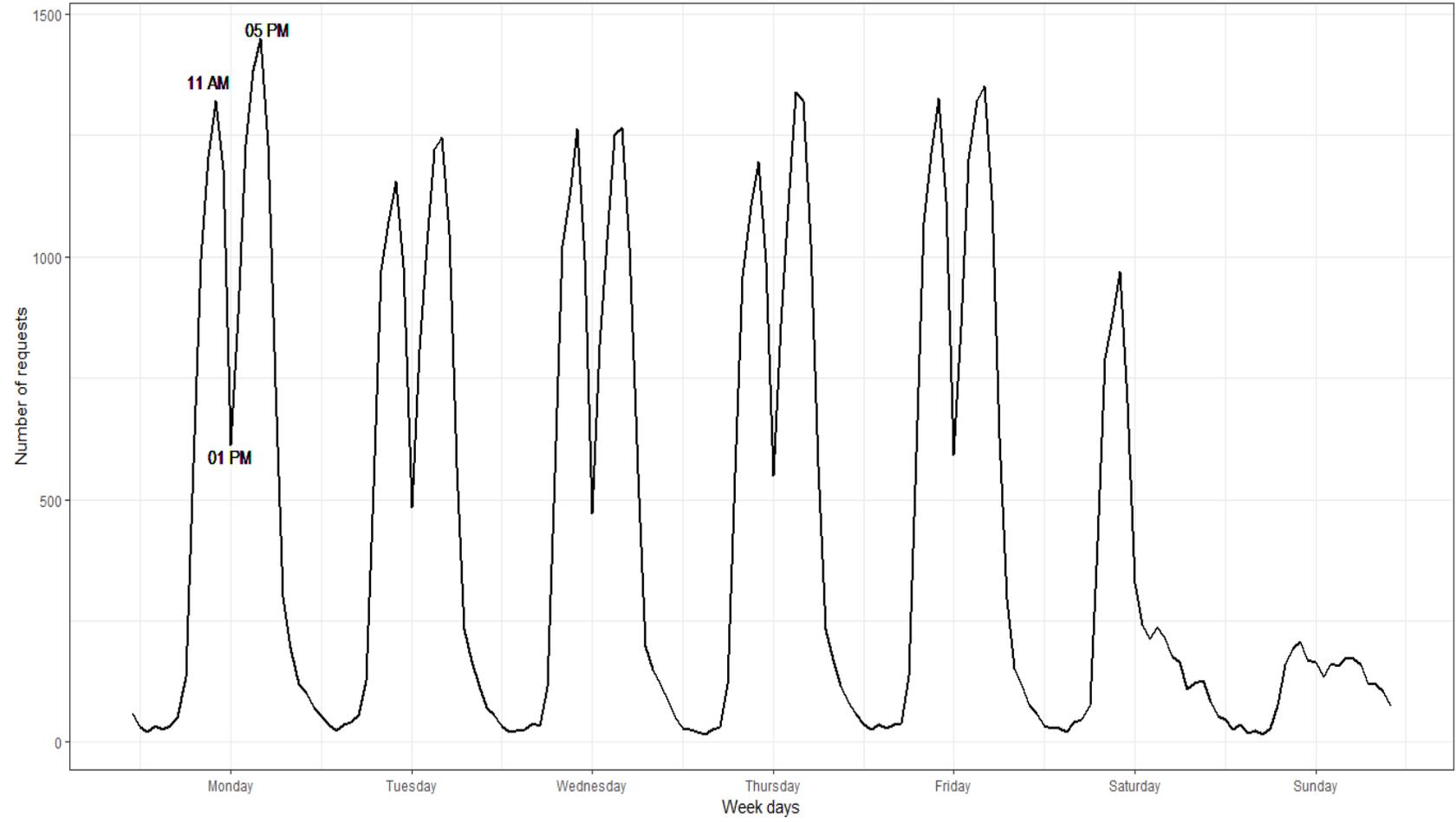
✓ Envoyez un ECBU  
✓ Cefotaxime IV 1 g x 3/jour  
✓ Réévaluer avec les résultats de l'ECBU



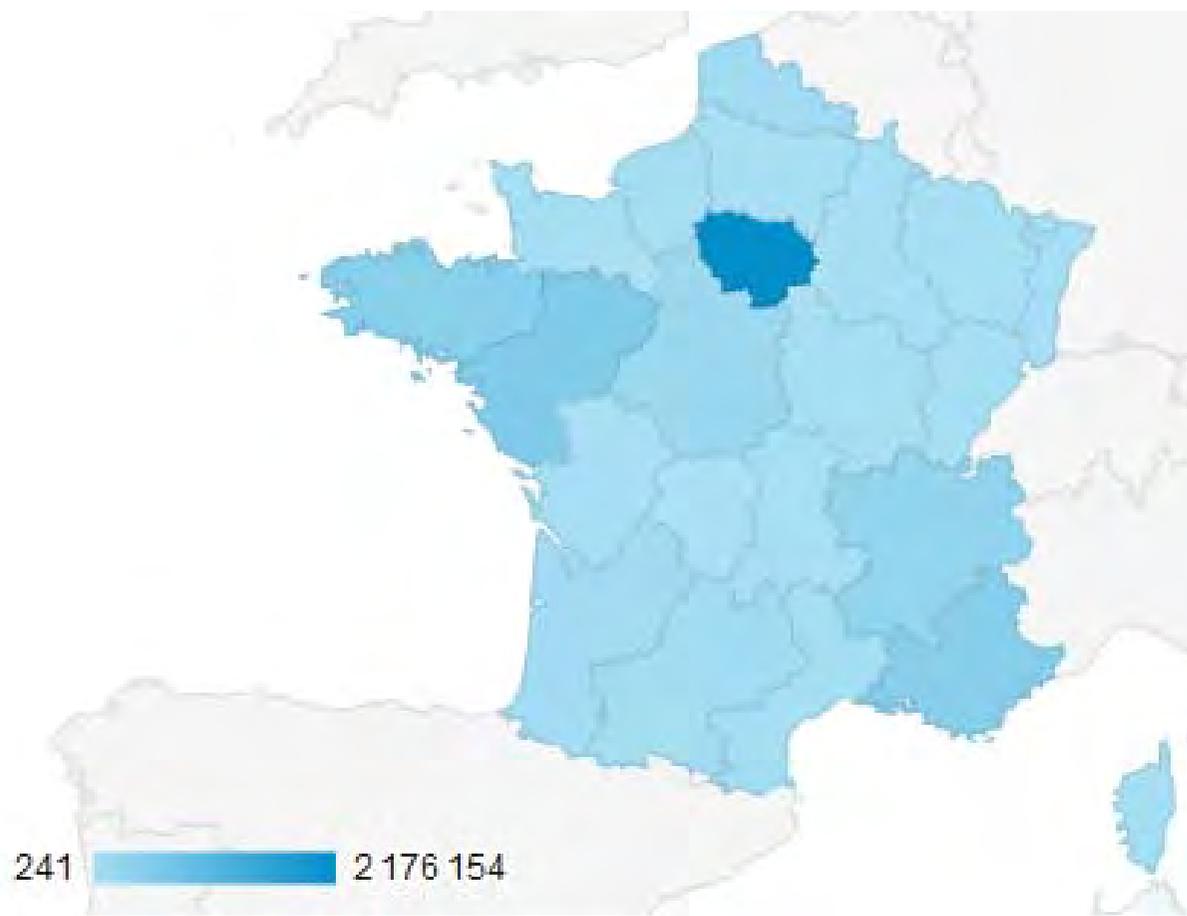
	2012	2018
N requêtes total	369 317	<b>3 549 488</b>
N requêtes / jour	796 [578 – 989]	<b>11 125 [5592 – 12 505]</b>
Adresses I.P. uniques / jour	414 [245 – 394]	<b>5365 [2891 – 5769]</b>

Delory et al. A computerized decision support system (CDSS) for antibiotic prescription in primary care-Antibioctic: implementation, adoption and sustainable use in the era of extended antimicrobial resistance. JAC 2020

Requests per hour - from 17 to 23 December 2018



Merci à Tristan Delory pour la diapositive



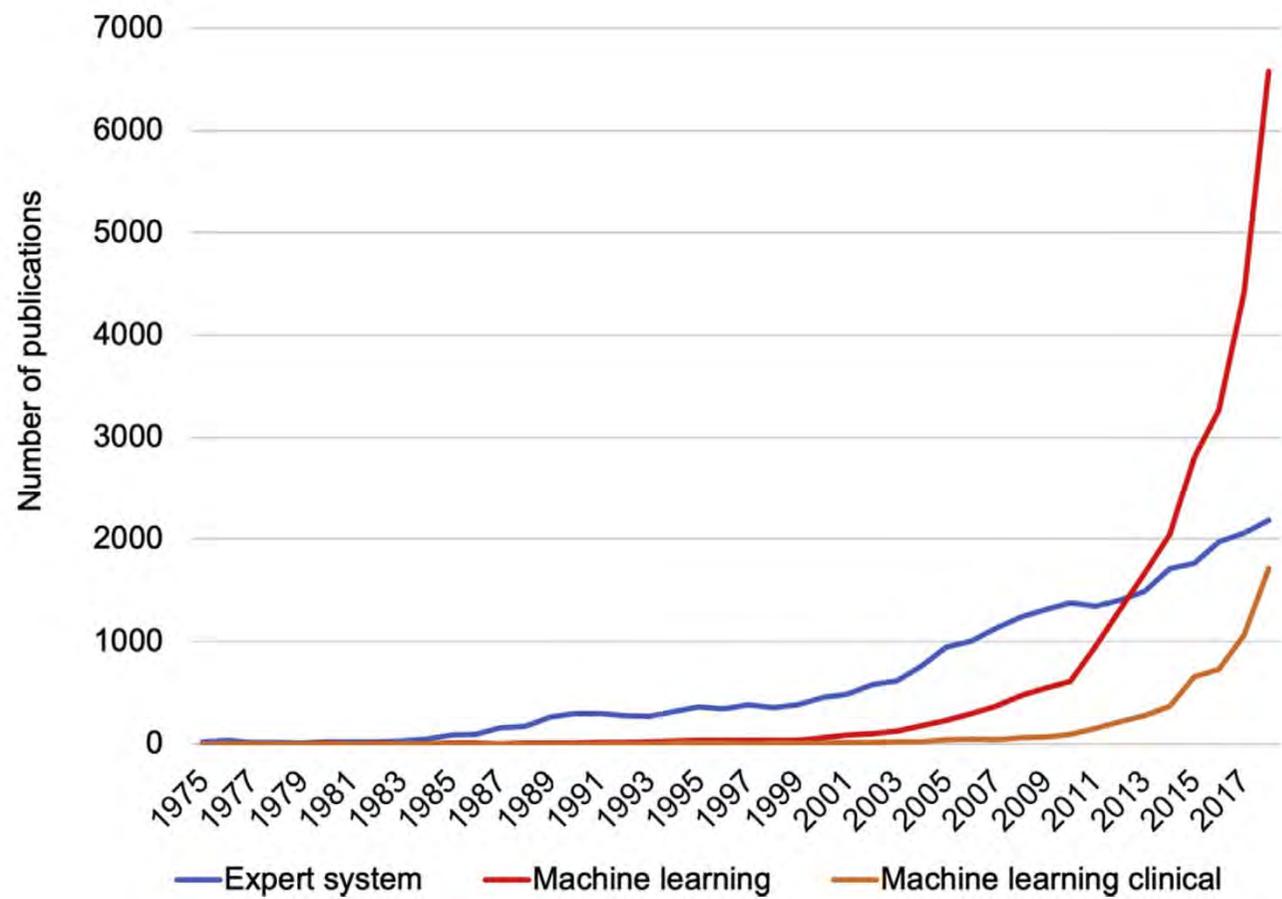
Merci à Tristan Delory pour la diapositive



Dr. Ali Parsa  
Chief Executive Officer



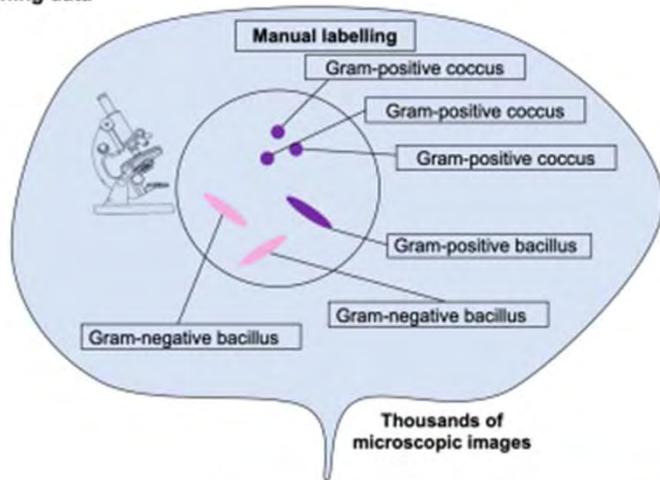
aws SUMMIT  
LONDON



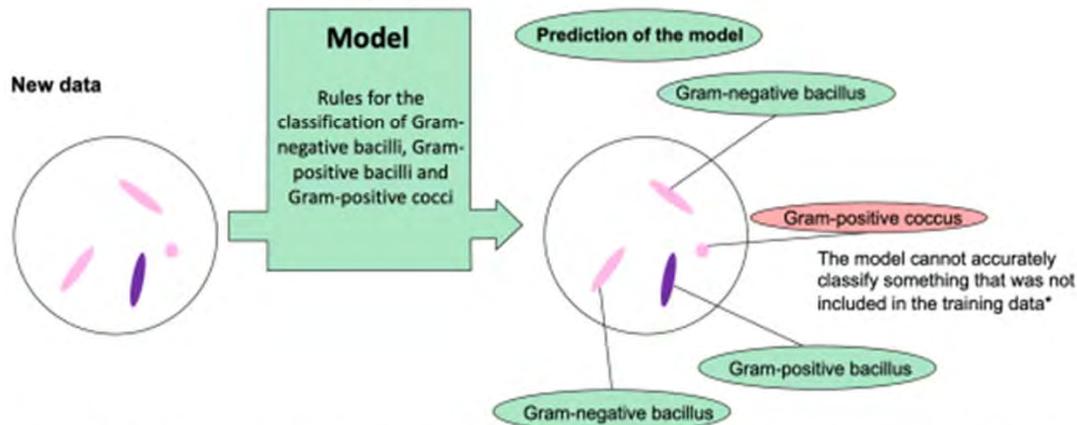
Peiffer-Smadja et al. Machine learning for clinical decision support in infectious diseases: a narrative review of current applications. *Clin Microb Infect* 2020

## Supervised learning

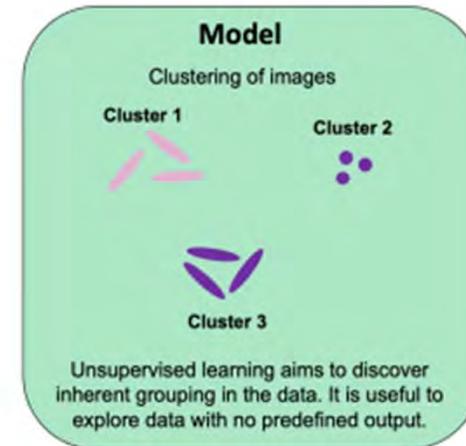
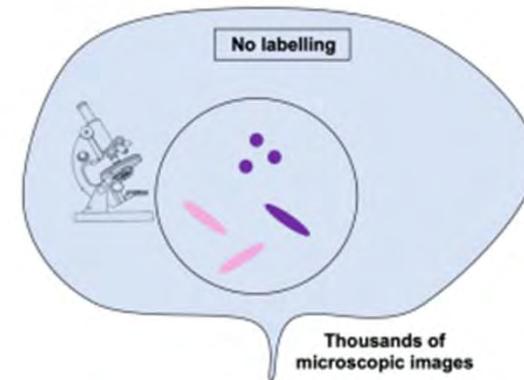
Training data



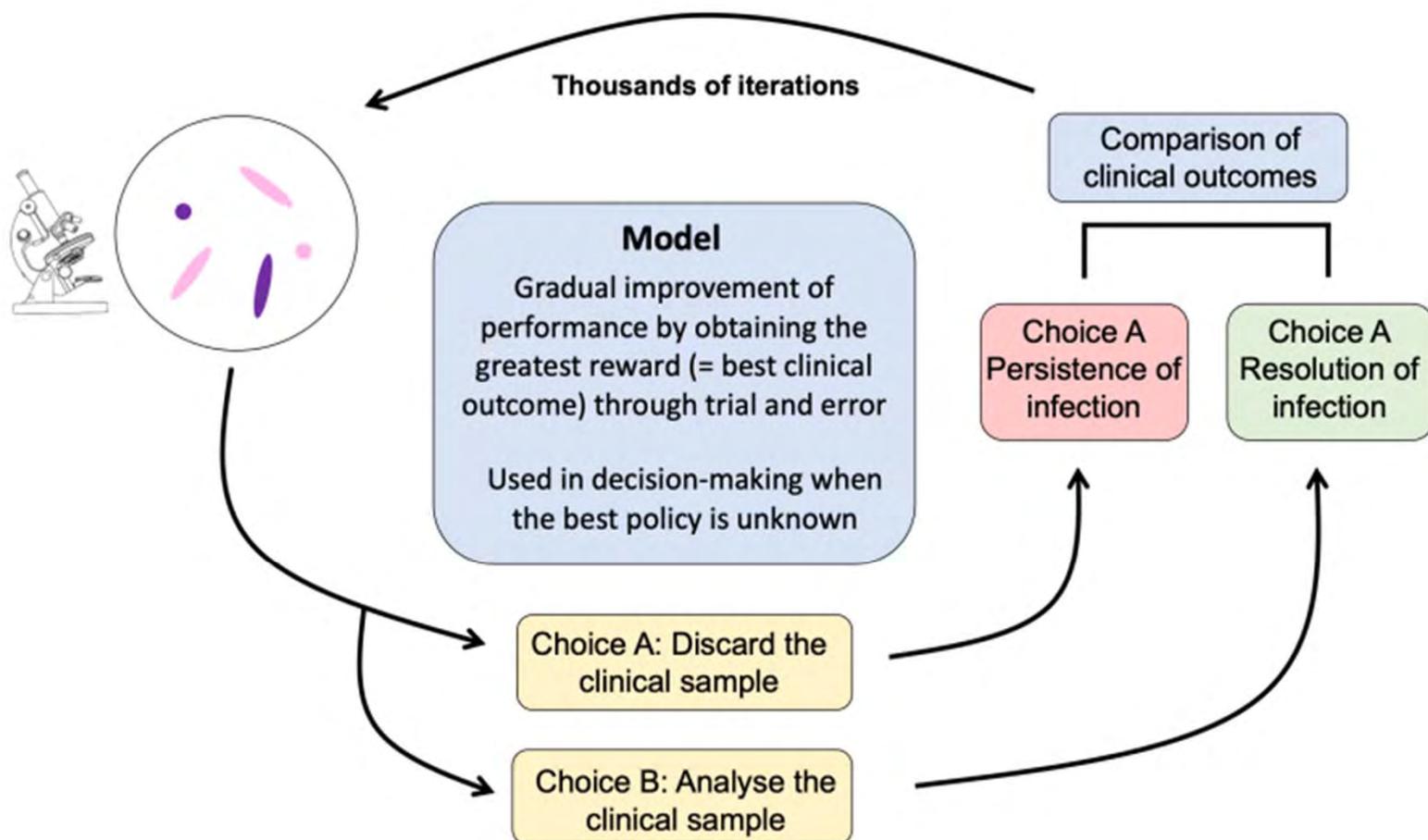
New data



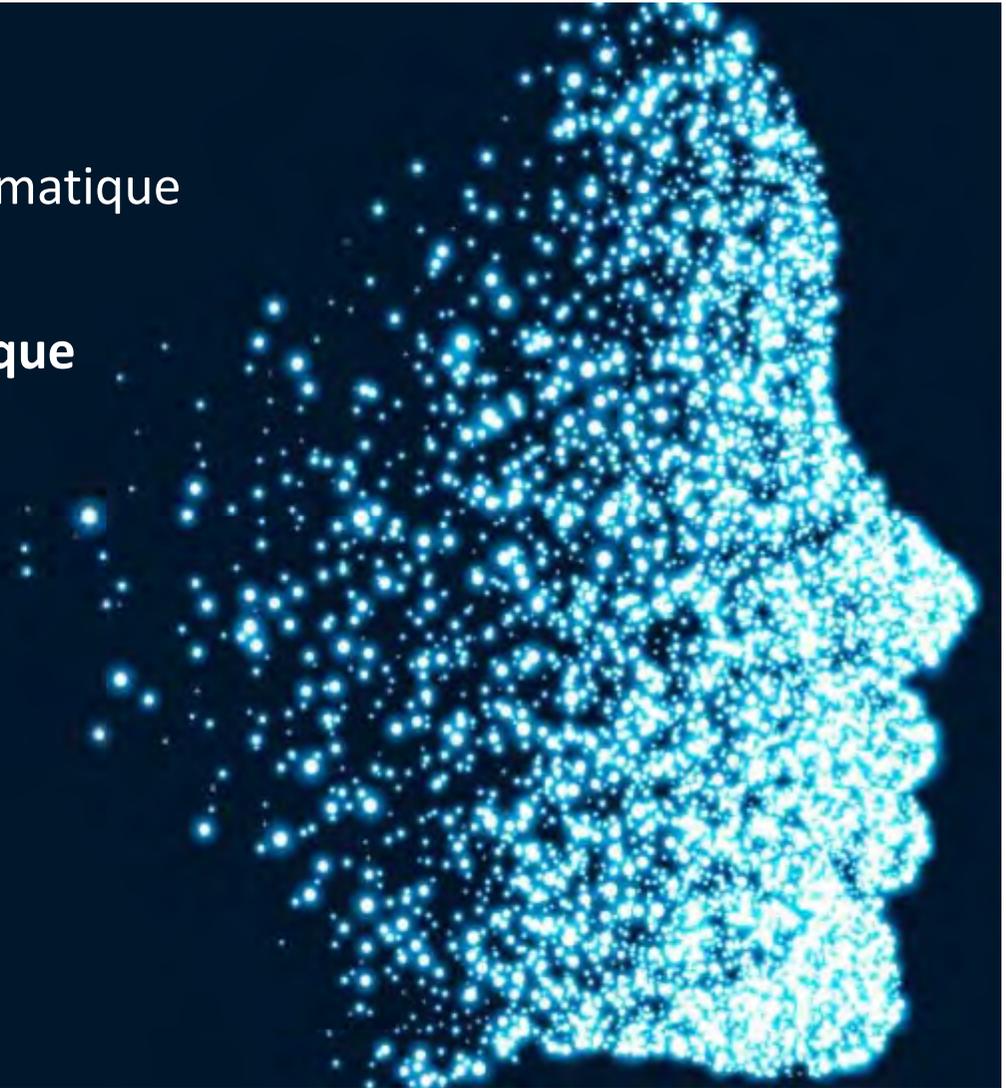
## Unsupervised learning



## Reinforcement learning\*\*



- Système expert / Apprentissage automatique
- **Applications au Bon Usage Antibiotique**
- Des défis pratiques
- Et des questions éthiques





Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Artificial Intelligence in Medicine

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/aiim](http://www.elsevier.com/locate/aiim)

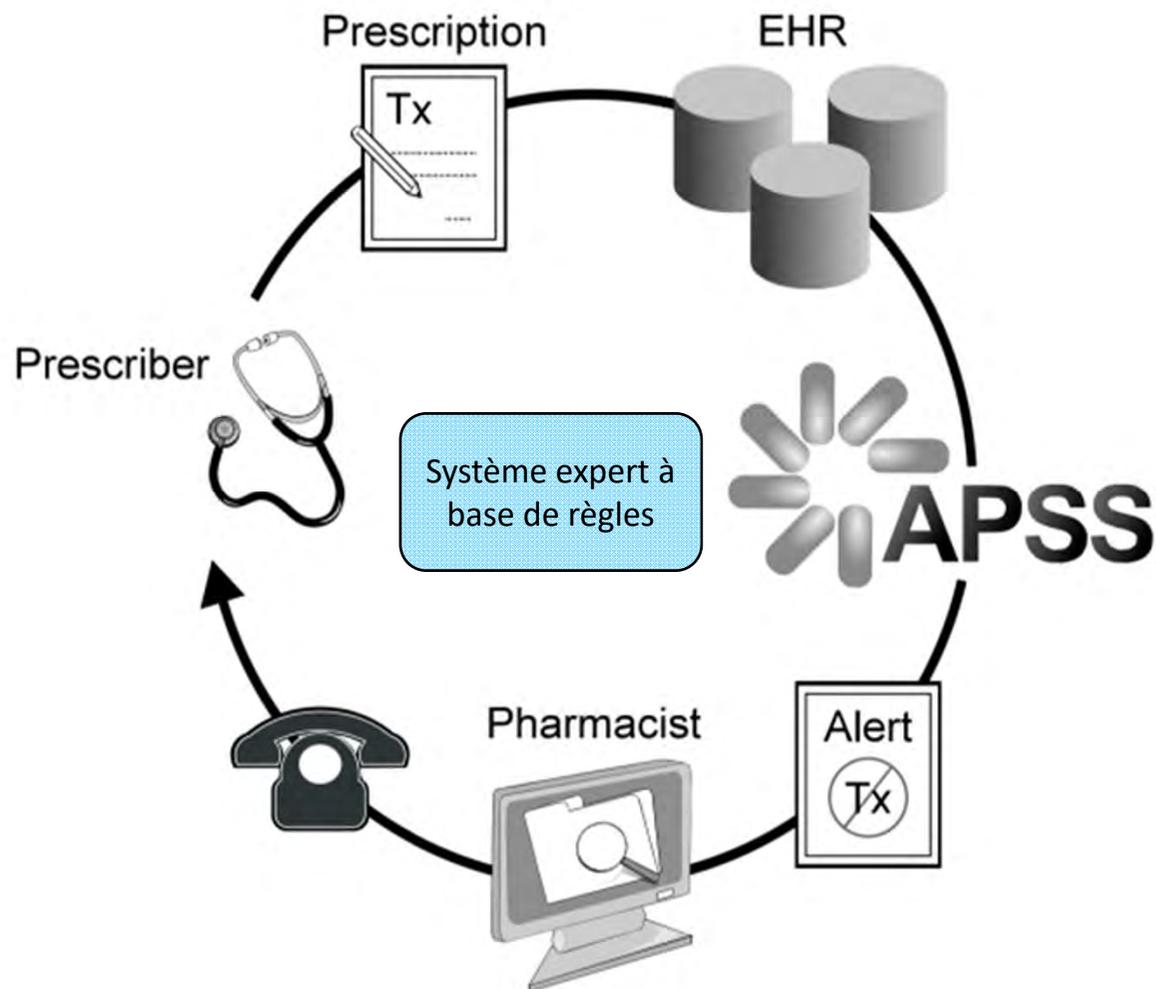
**2016**

Evaluation of a machine learning capability for a clinical decision support system to enhance antimicrobial stewardship programs

Mathieu Beaudoin<sup>a,\*</sup>, Froduald Kabanza<sup>a</sup>, Vincent Nault<sup>b</sup>, Louis Valiquette<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Computer Science, Université de Sherbrooke, 2500 boul. de l'Université, Sherbrooke, Québec, Canada J1K 2R1

<sup>b</sup> Department of Microbiology and Infectious Diseases, Université de Sherbrooke, 3001 12e Avenue Nord, Sherbrooke, Québec, Canada J1H 5N4



Module d'apprentissage  
supervisé

- Analyse les prescriptions jugées inappropriées par le pharmacien
- En extrait des règles
- Uniquement testé sur les prescriptions de Tazocilline
- A permis de rajouter 5 alertes de prescription inappropriées parmi 43
- A permis de rajouter des règles mais difficiles à interpréter

# Personal clinical history predicts antibiotic resistance of urinary tract infections

Idan Yelin <sup>1</sup>, Olga Snitser<sup>1</sup>, Gal Novich<sup>2</sup>, Rachel Katz<sup>3</sup>, Ofir Tal<sup>4</sup>, Miriam Parizade<sup>5</sup>, Gabriel Chodick <sup>3,6</sup>, Gideon Koren<sup>3,6</sup>, Varda Shalev<sup>3,6</sup> and Roy Kishony <sup>1,2,4\*</sup>

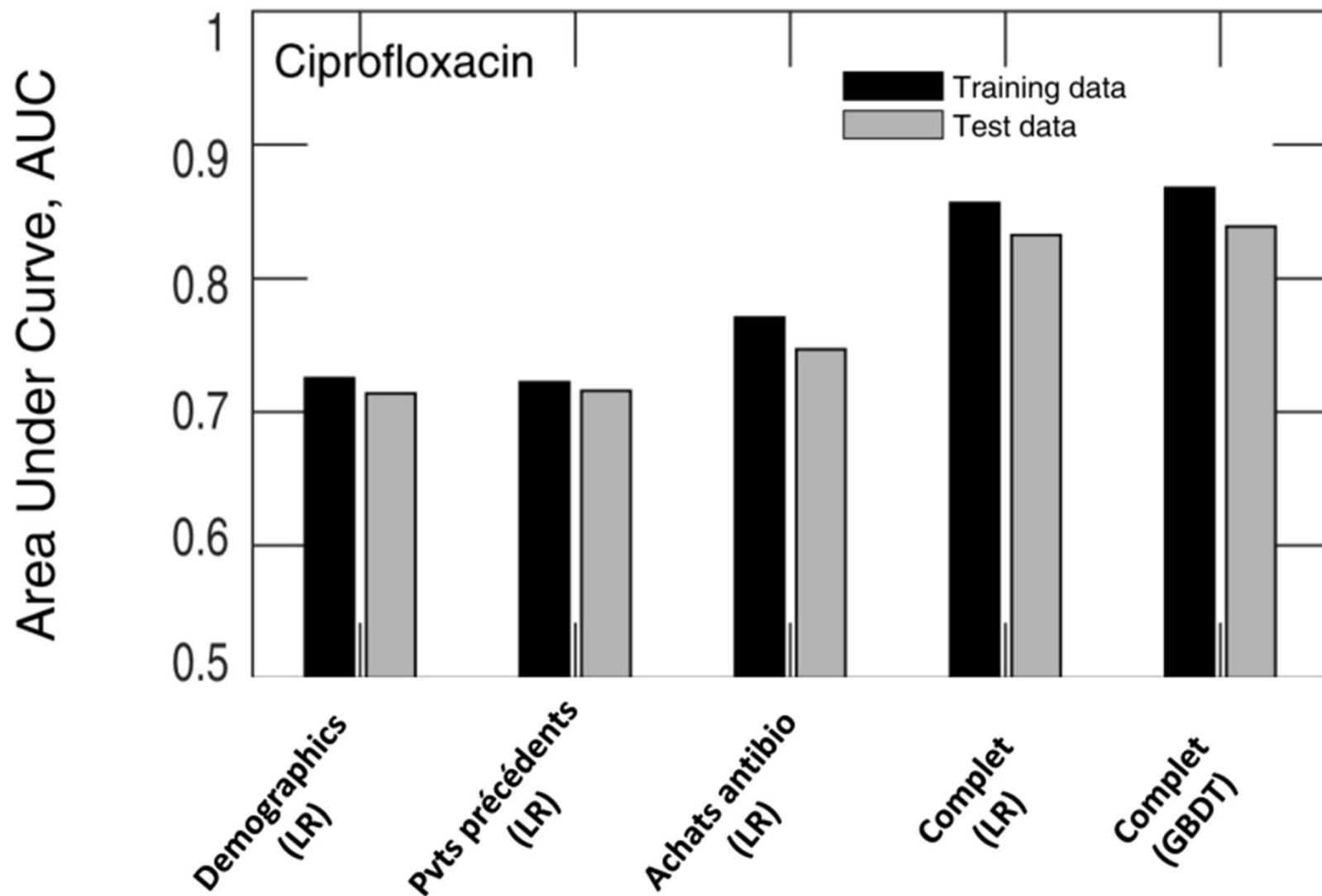
## Data

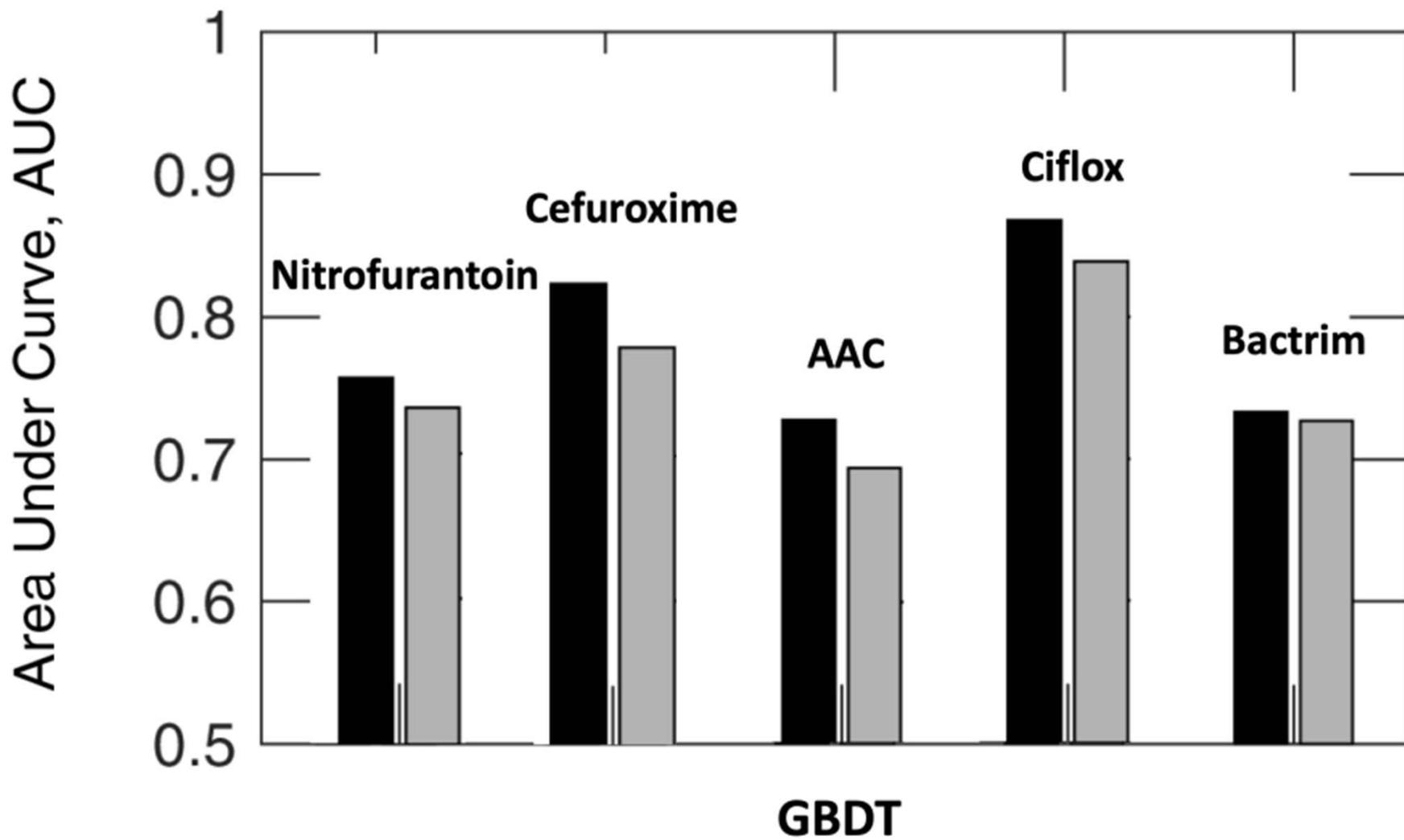
- Tous les ECBU positifs d'un groupement d'hôpitaux pendant 10 ans
- 711,099 ECBU positifs provenant de 315,047 patients
- Données démographiques (âge, genre, grossesse, retraite, EHPAD)
- Achats antibiotiques sur les 20 dernières années
- Profil de résistance antérieur sur les 10 ans

## Outcome

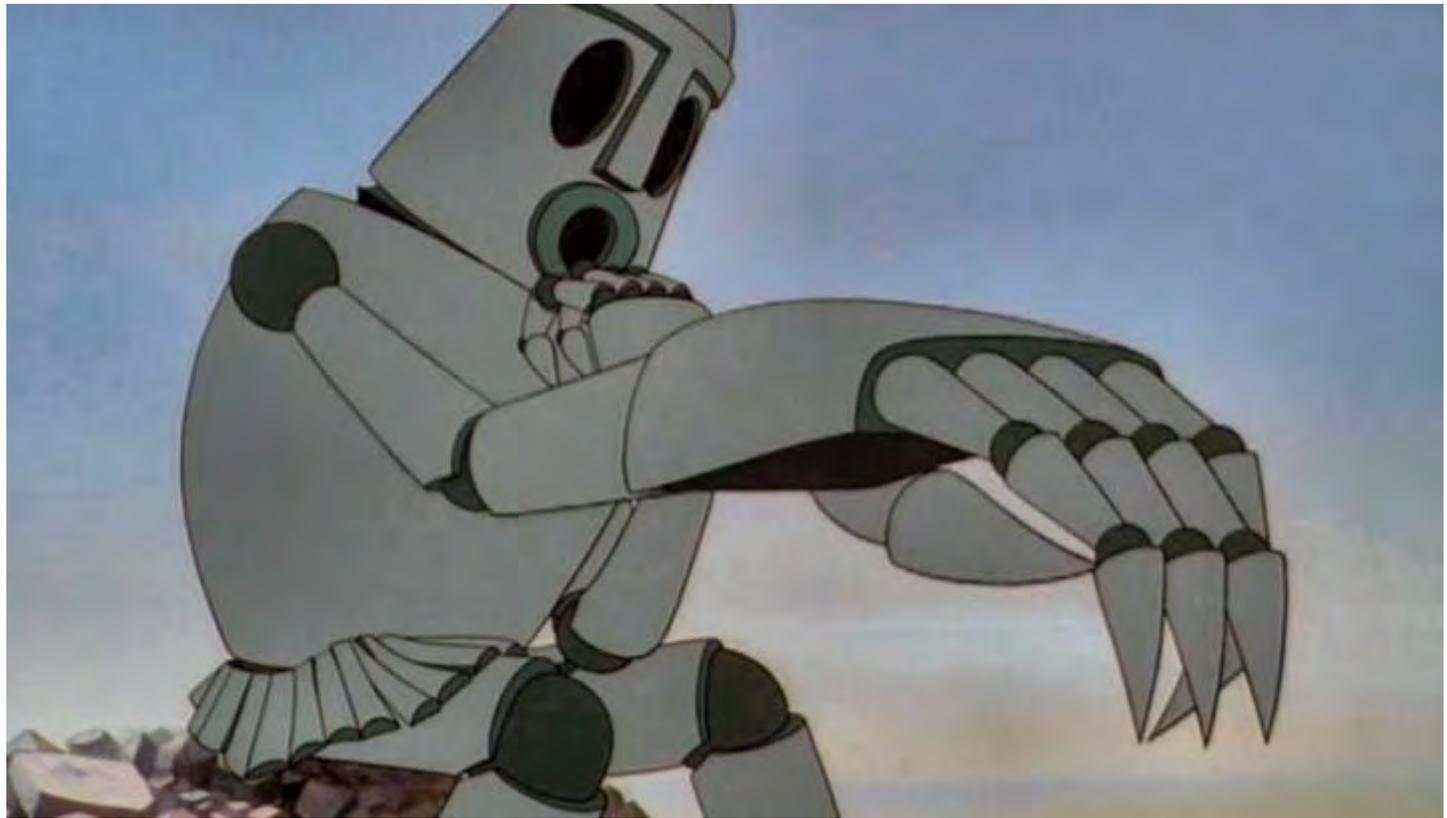
### ECBU positif

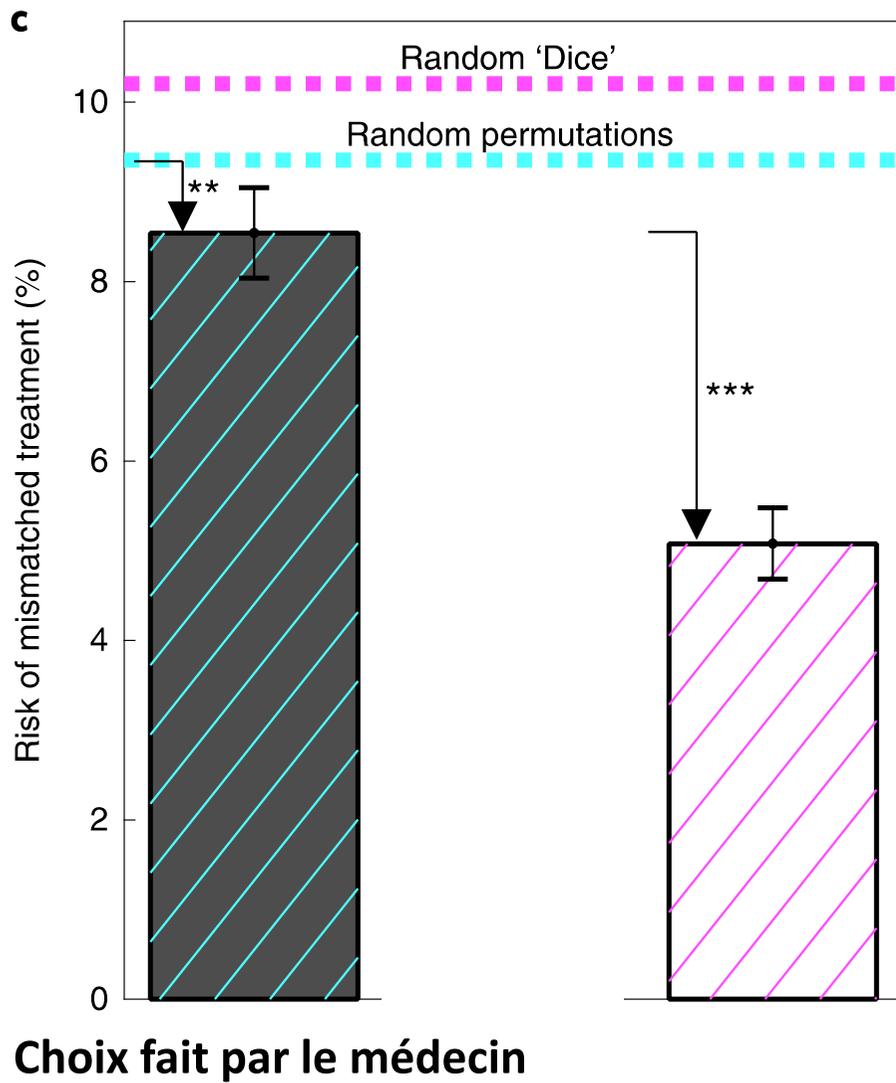
- Prédire la résistance





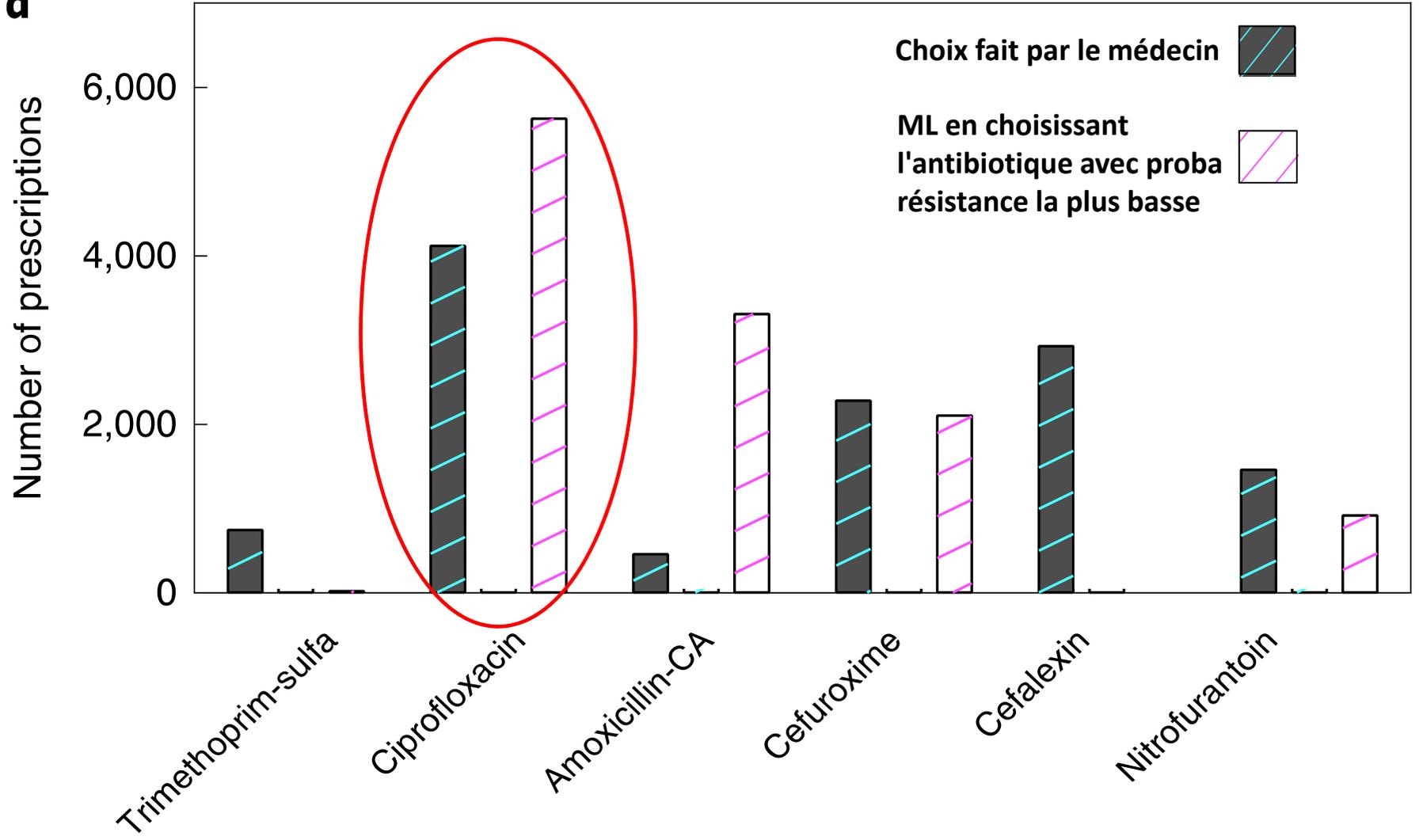
# Choix de l'antibiothérapie probabiliste

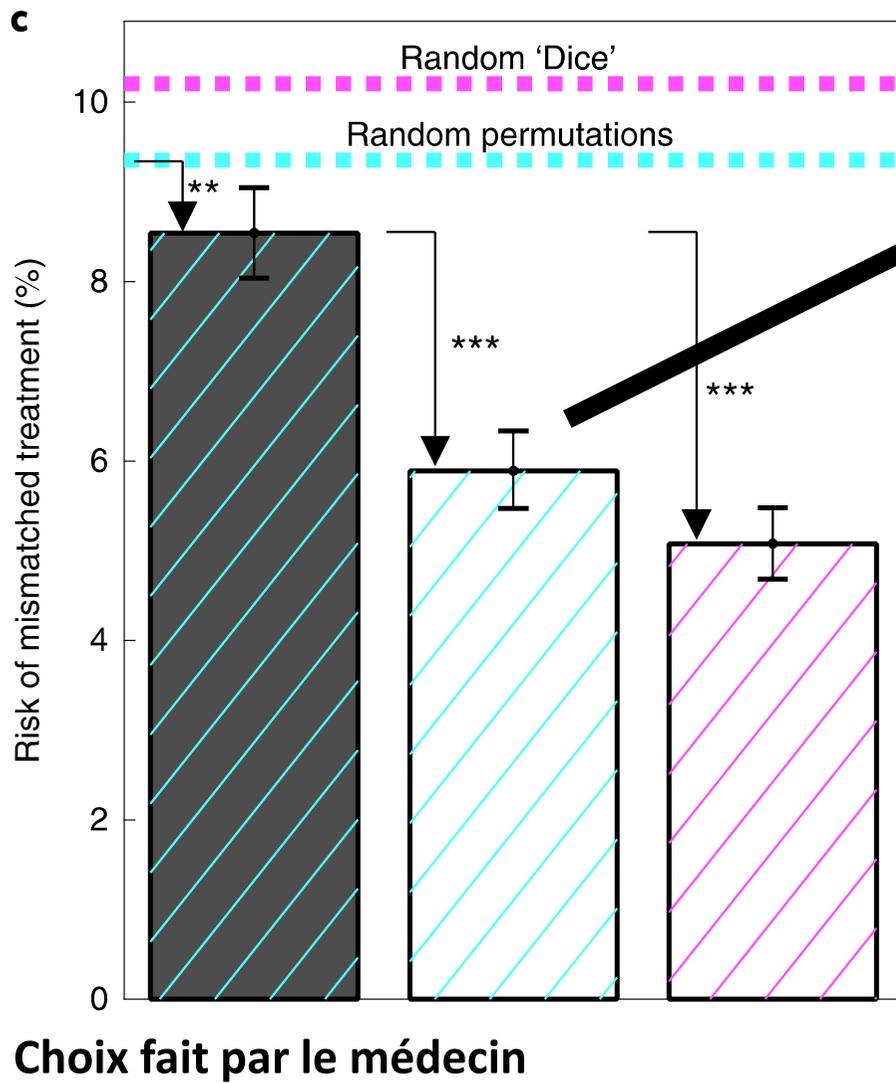




**Choix en utilisant  
l'antibiotique avec  
proba résistance la plus  
basse dans l'algorithme**

a

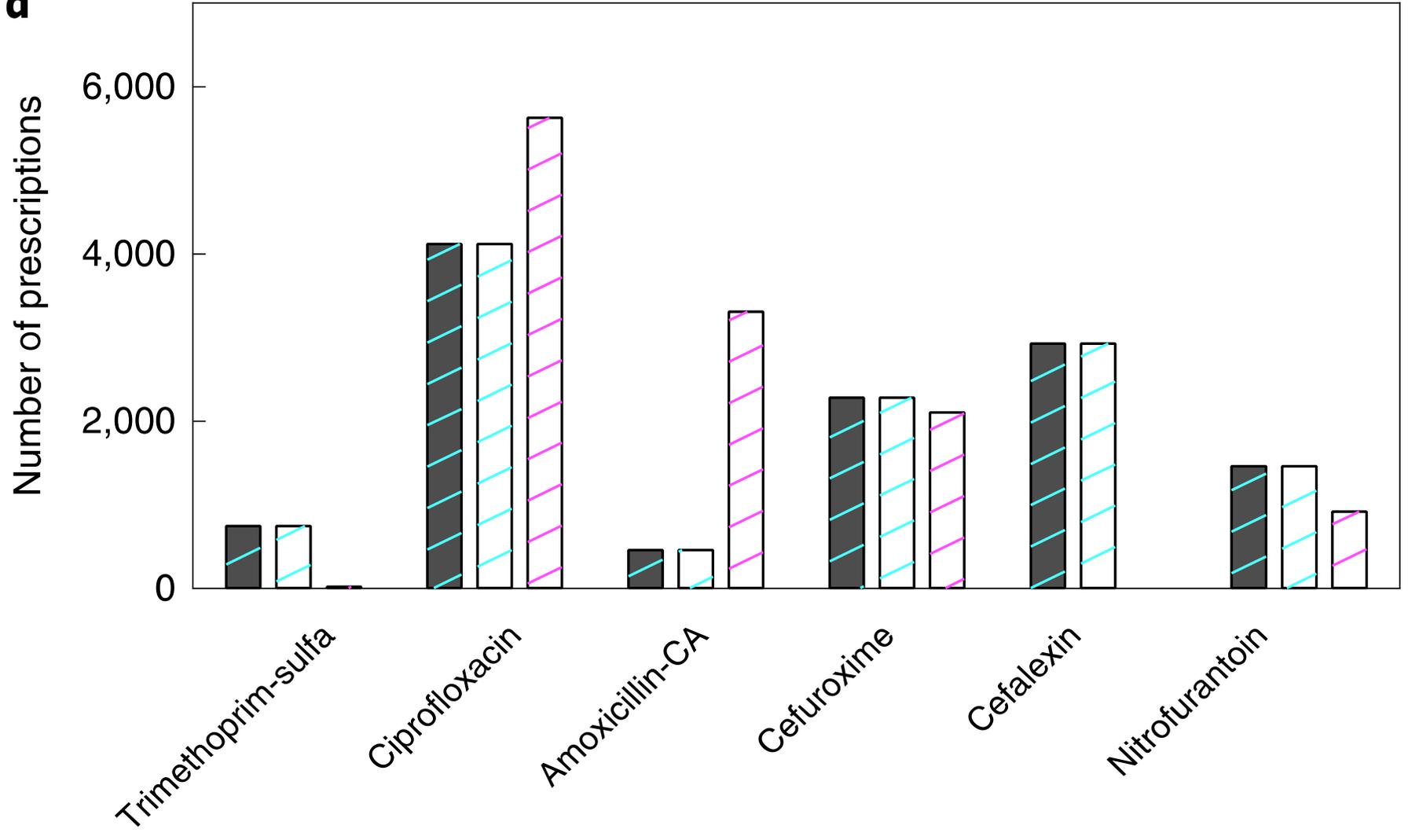




**ML en choisissant de façon à ce que répartition des ATB prescrits soit la même**

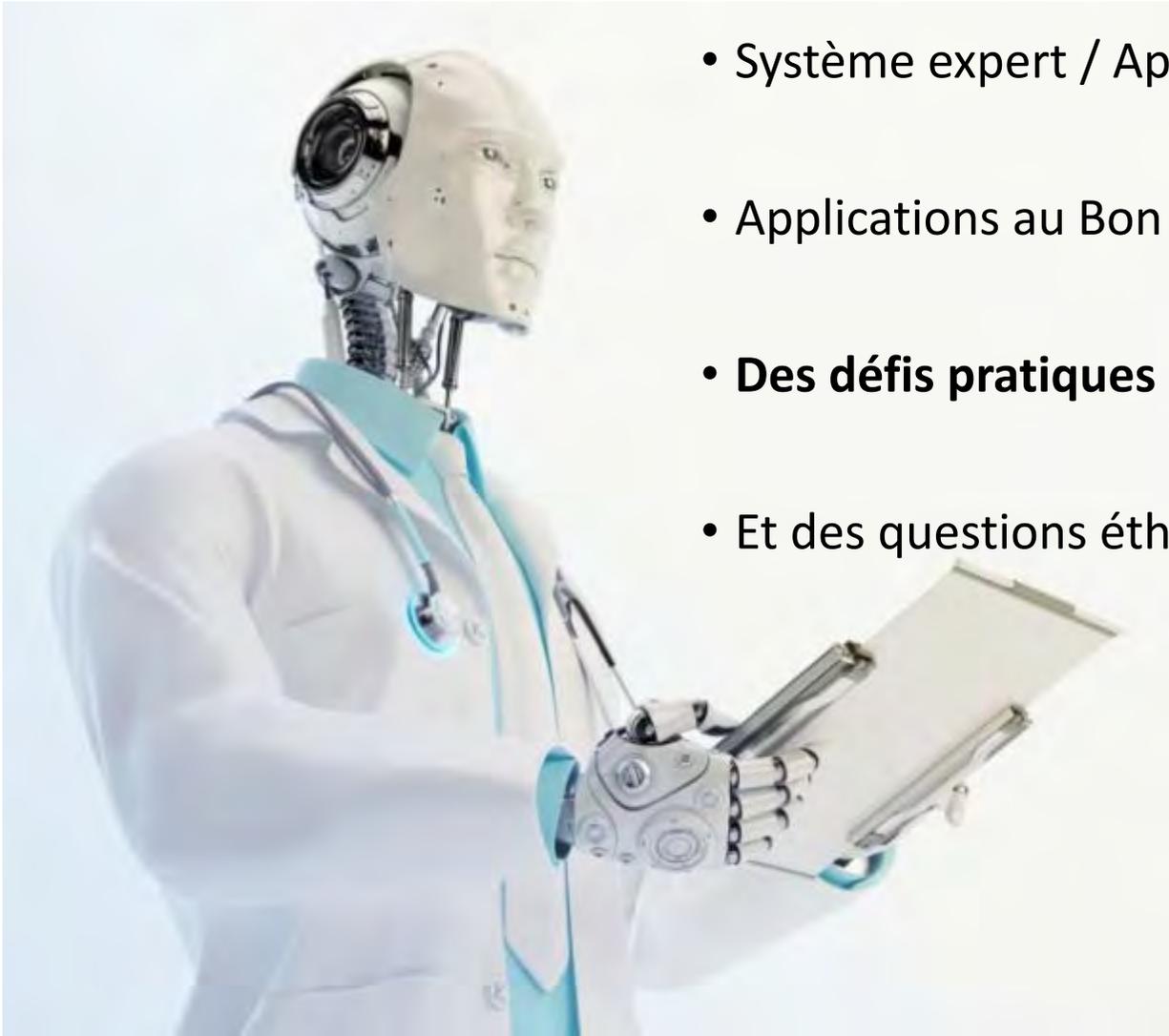
**ML en choisissant l'antibiotique avec proba résistance la plus basse**

a

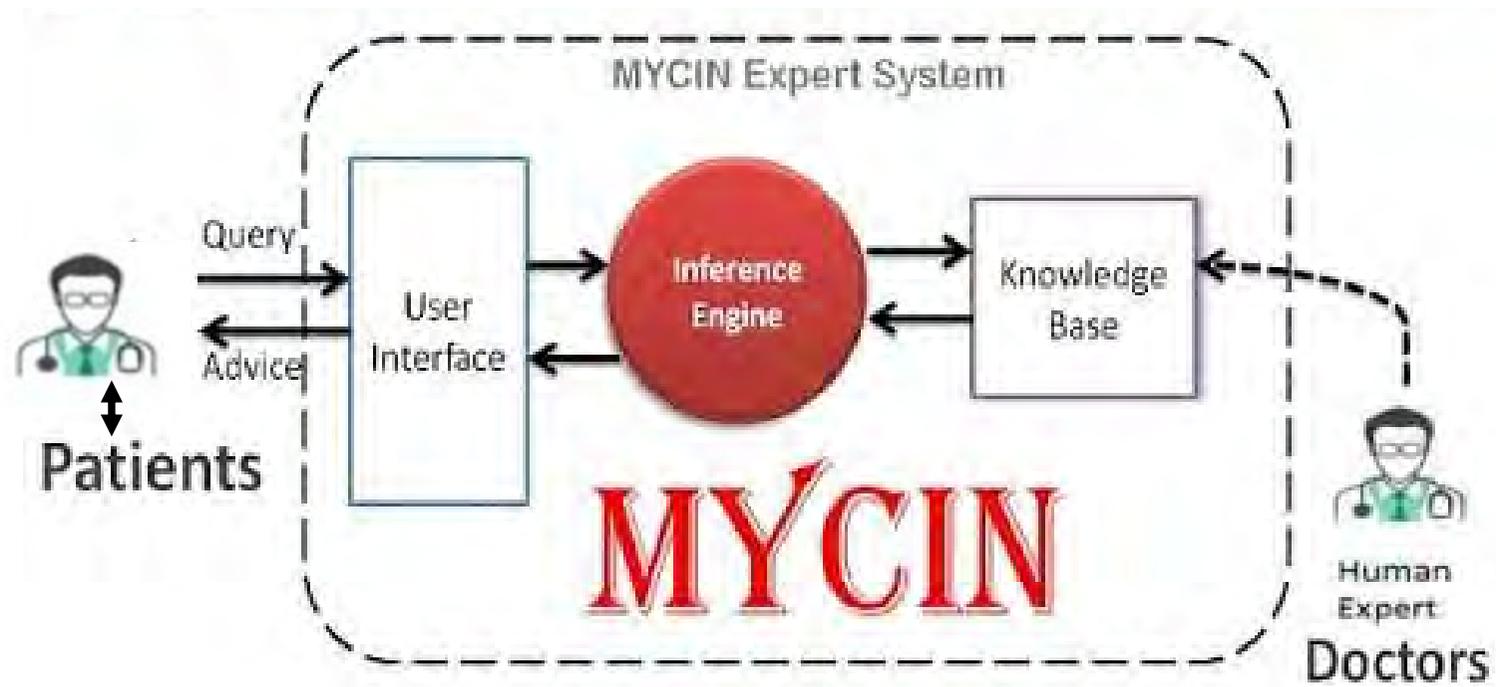


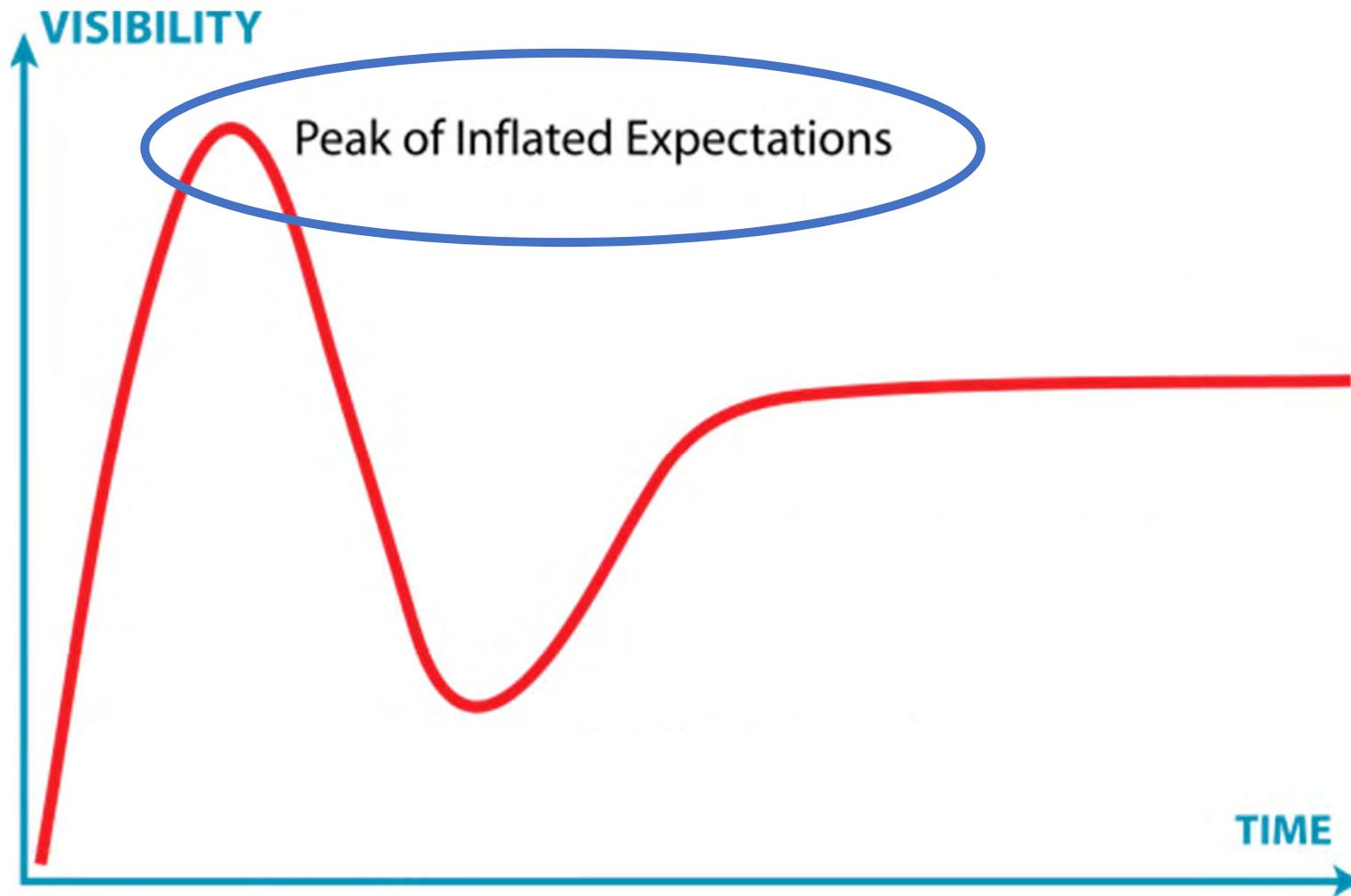
# Limite

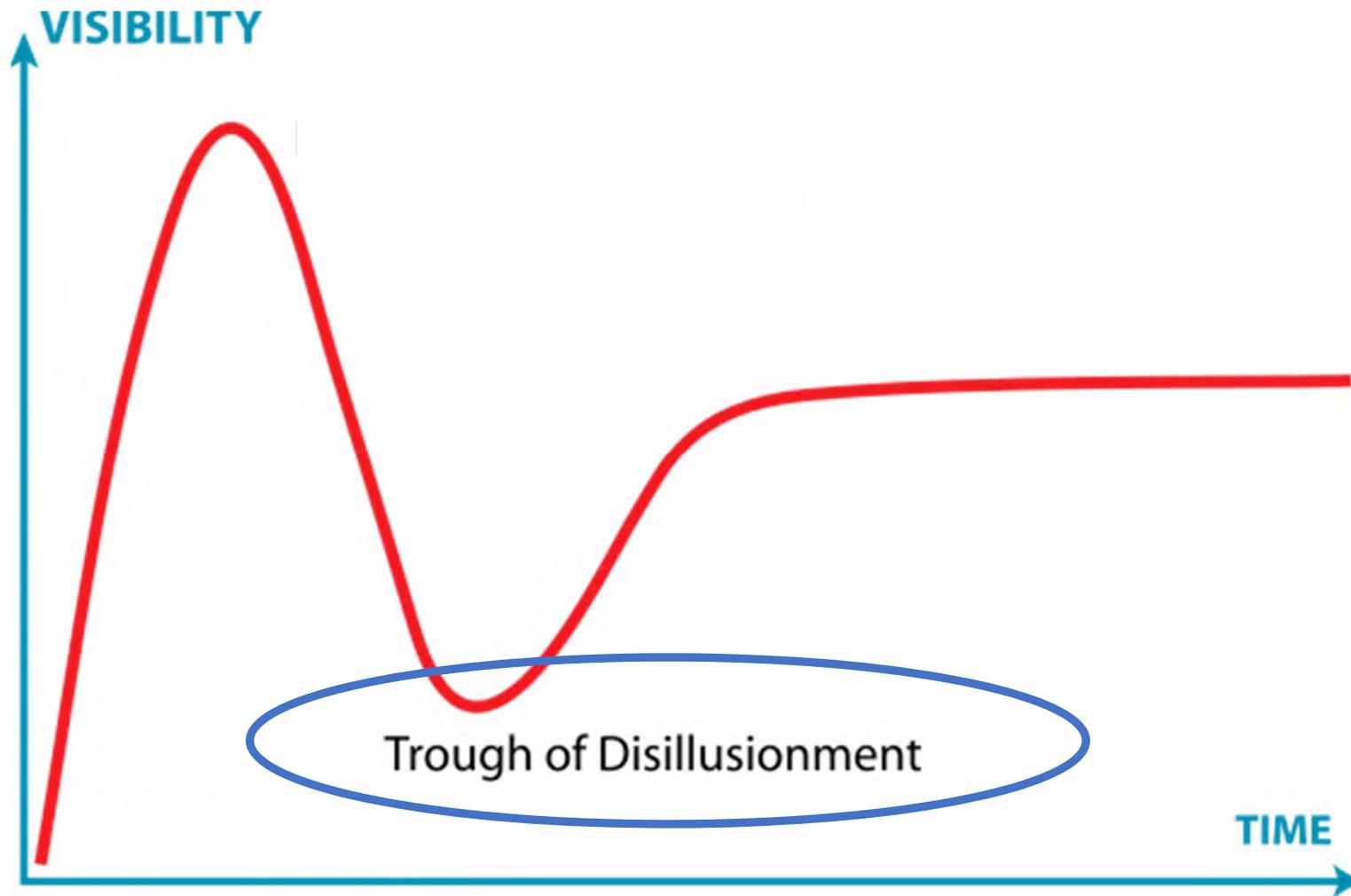
- On compare un modèle pour qui on a extrait données démographiques, données de résistances antérieures sur 10 ans et achats d'antibiotiques sur 20 ans
- À un médecin qui avait accès à ?



- Système expert / Apprentissage automatique
- Applications au Bon Usage Antibiotique
- **Des défis pratiques**
- Et des questions éthiques









**PRESCRIPTION**

Fichier Edition Action Gestion Options Fenêtres ?

Entré(e) le : [ ]

NDA : [ ] Lit : [ ] Chambre : [ ] hb:09h00 na:14h00

UD : [ ]

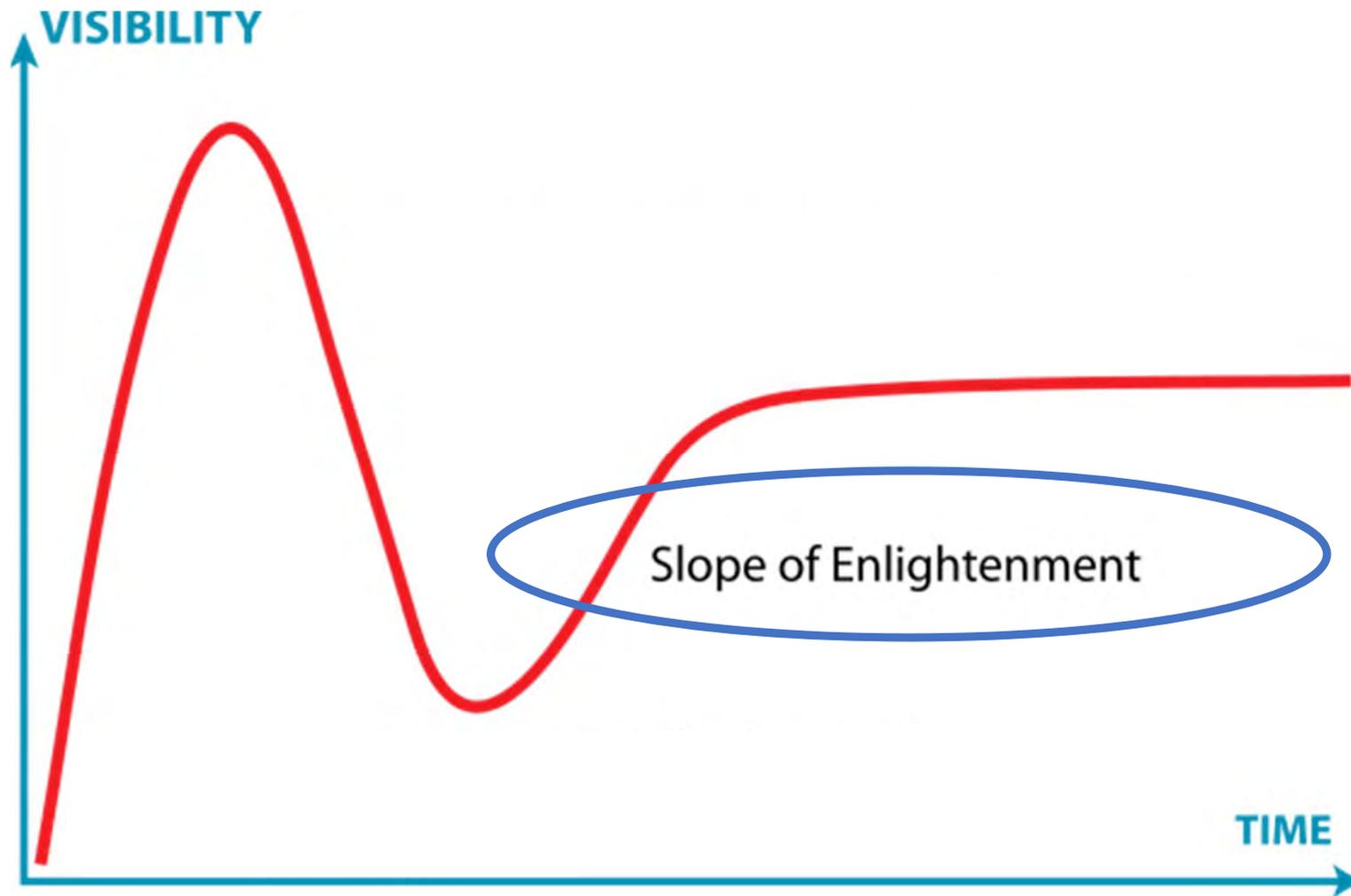
Age : [ ]

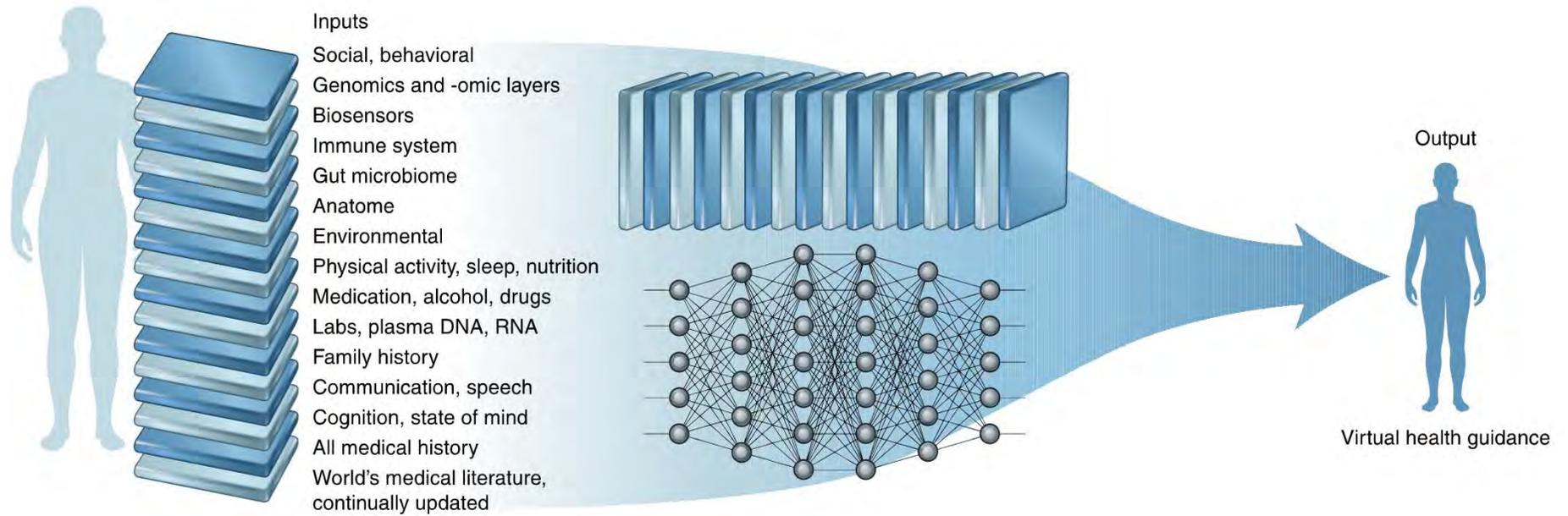
Poids : [ ] Taille : [ ] Surface corporelle : [ ]

Etat	Médicament et posologie	Voie	Depuis	Durée	Fin	Statut	Interv.	Info.
	5 mg matin LASILIX SPECIAL 500MG CPR	PO	lu 26/11-matin					
	250 mg matin , les mardi jeudi samedi dimanche LANSOPRAZOLE MYL 30 MG CPR ORODISPERSIBLE	PO	ma 27/11-matin					
	1 cpr soir AMIODARONE ARW 200MG CPR	PO	di 25/11-soir					
	1 cpr soir , les jours impairs CRESTOR 5MG CPR	PO	di 25/11-soir					
	1 cpr soir COUMADINE 2MG CPR	PO	di 25/11-soir					
	(c) 1 cpr soir MACROGOL 4000 MYL 10G PDR ORALE SACH	PO	di 25/11-soir					
	(c) 2 sachet toutes les 24 heures, à partir de 15h -----Injections-----		di 25/11-15h00					
	NOVOMIX 30 FLEXPEN 100 UI/ML SOL INJ	Scut	3J					
	6 UI matin, 8 midi, 10 soir MEROPENEM ACT 500MG INJ FL	IVE	di 25/11-soir					
	1 g (IVD lente) toutes les 24 heures, à partir de 15h ----- Fin de l'ordonnance -----		di 25/11-15h00					

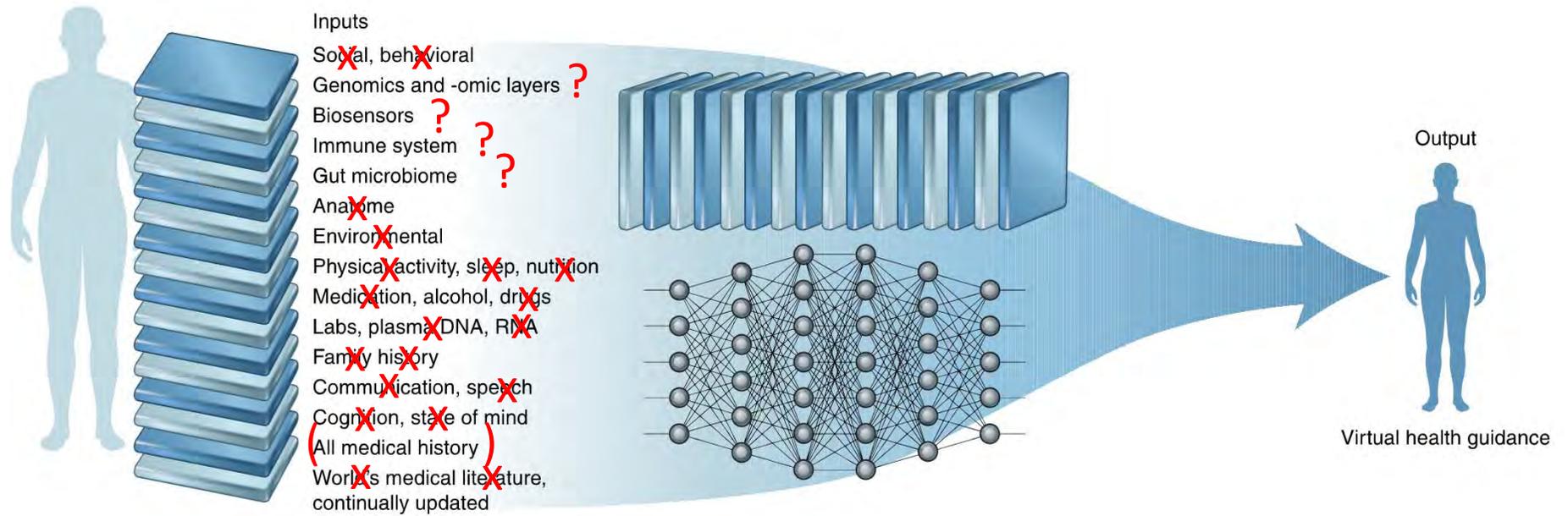
Ajouter un médicament





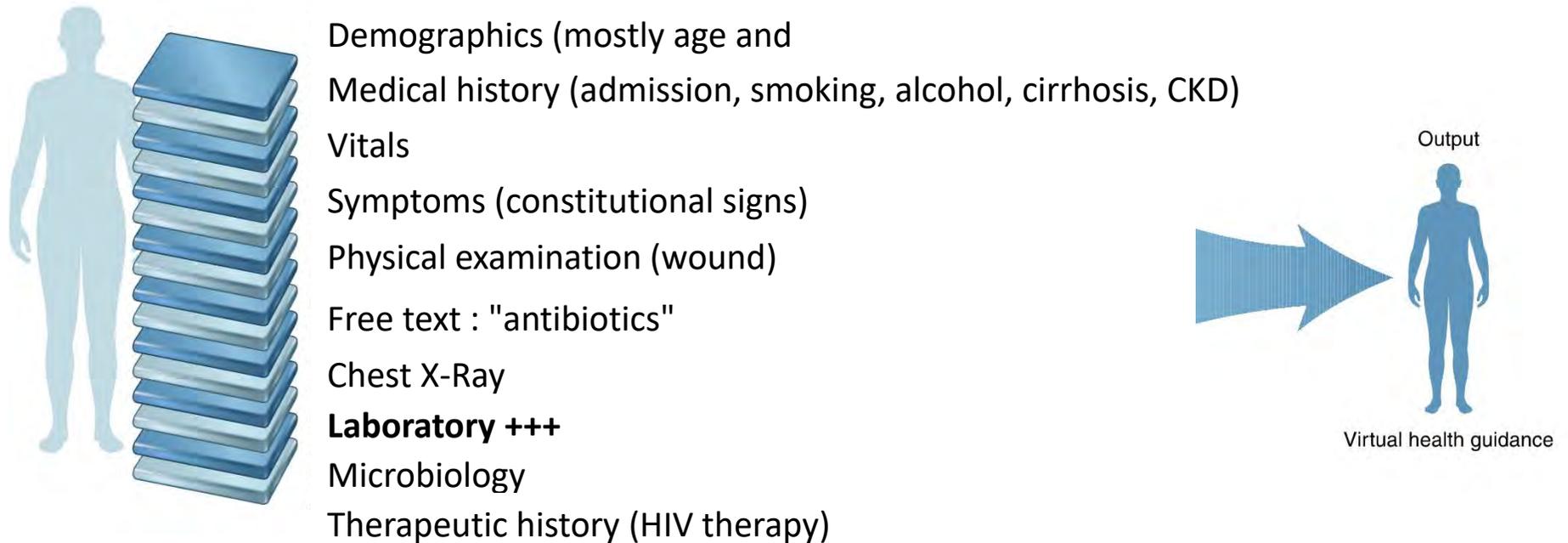


Topol. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine* 2019

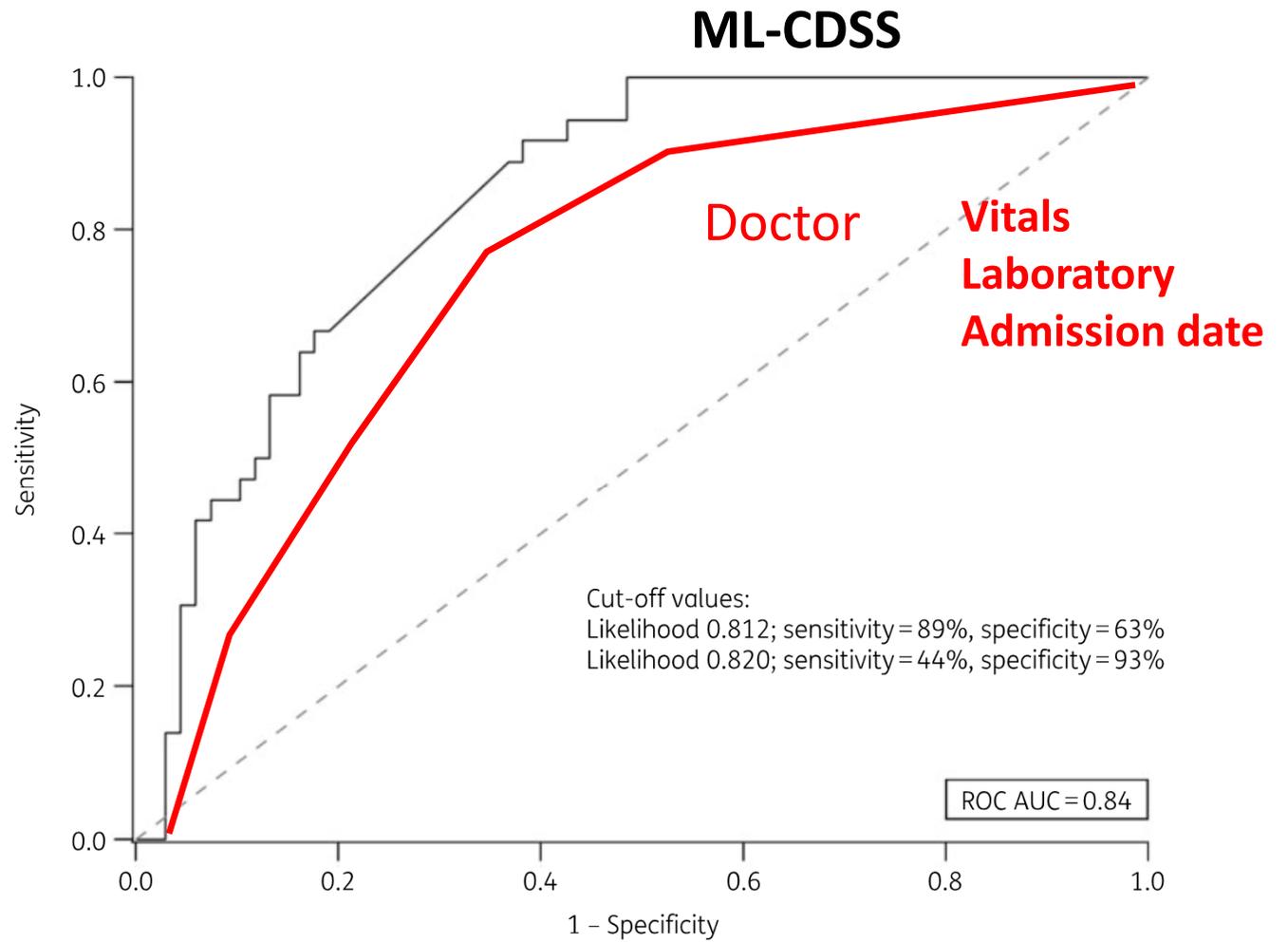


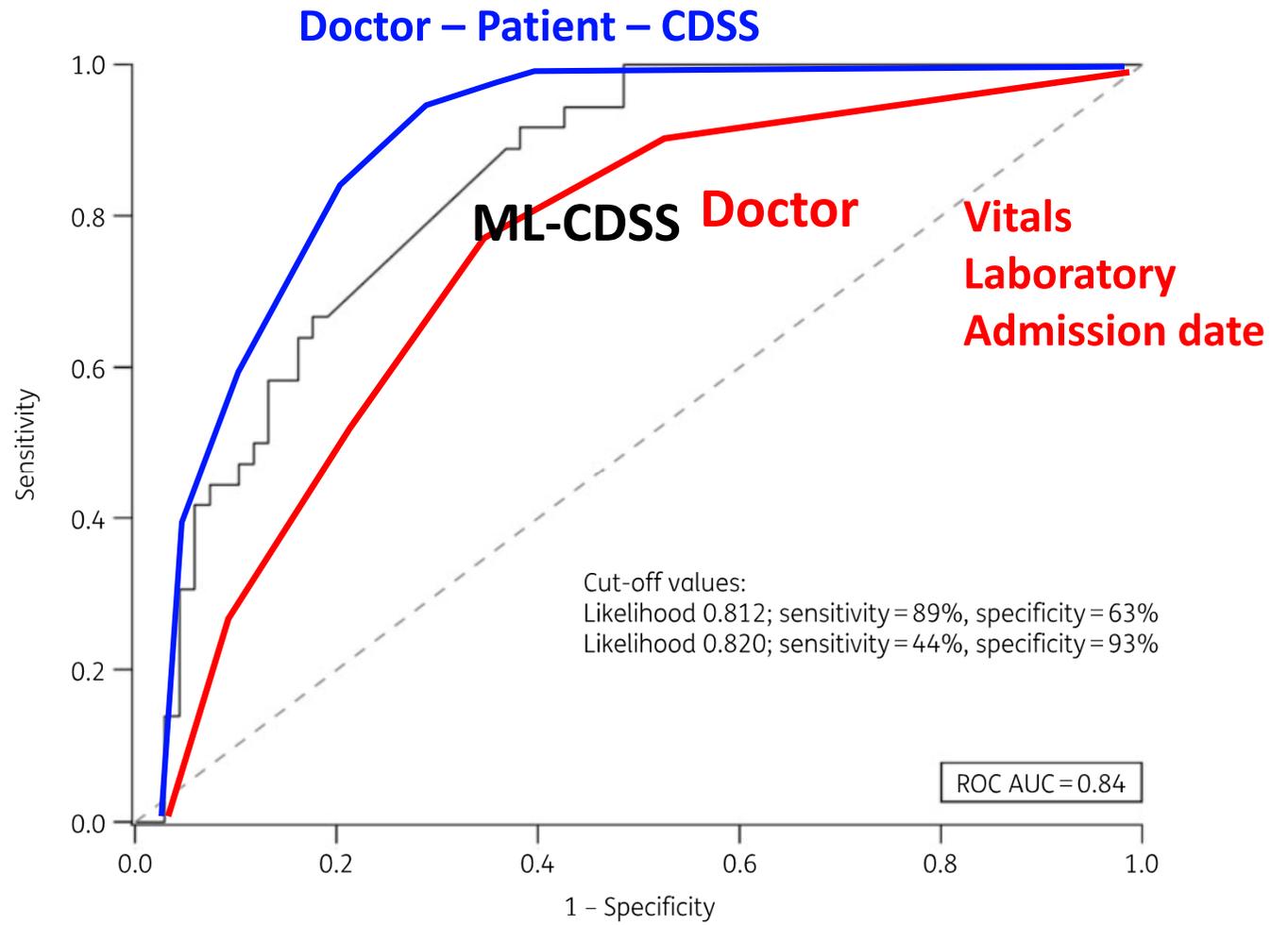
Topol. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine* 2019

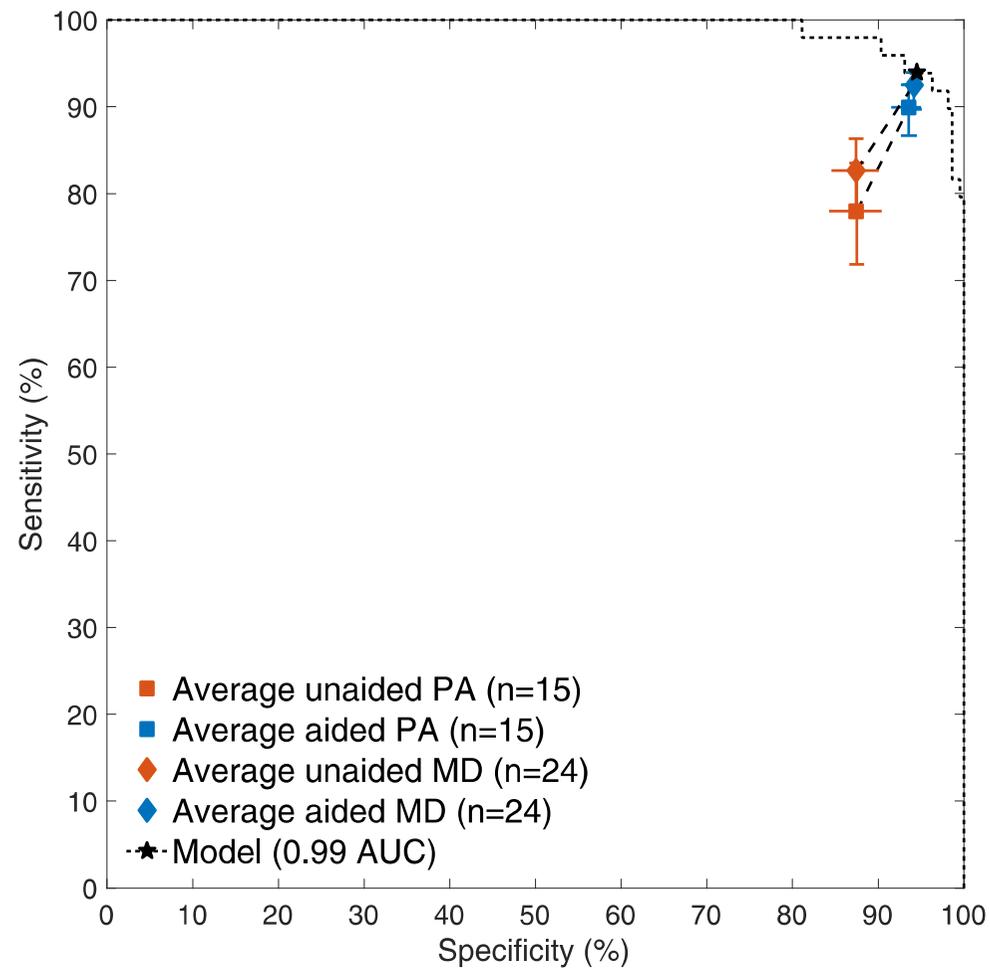
# Big data...or poor data?



Topol. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine* 2019

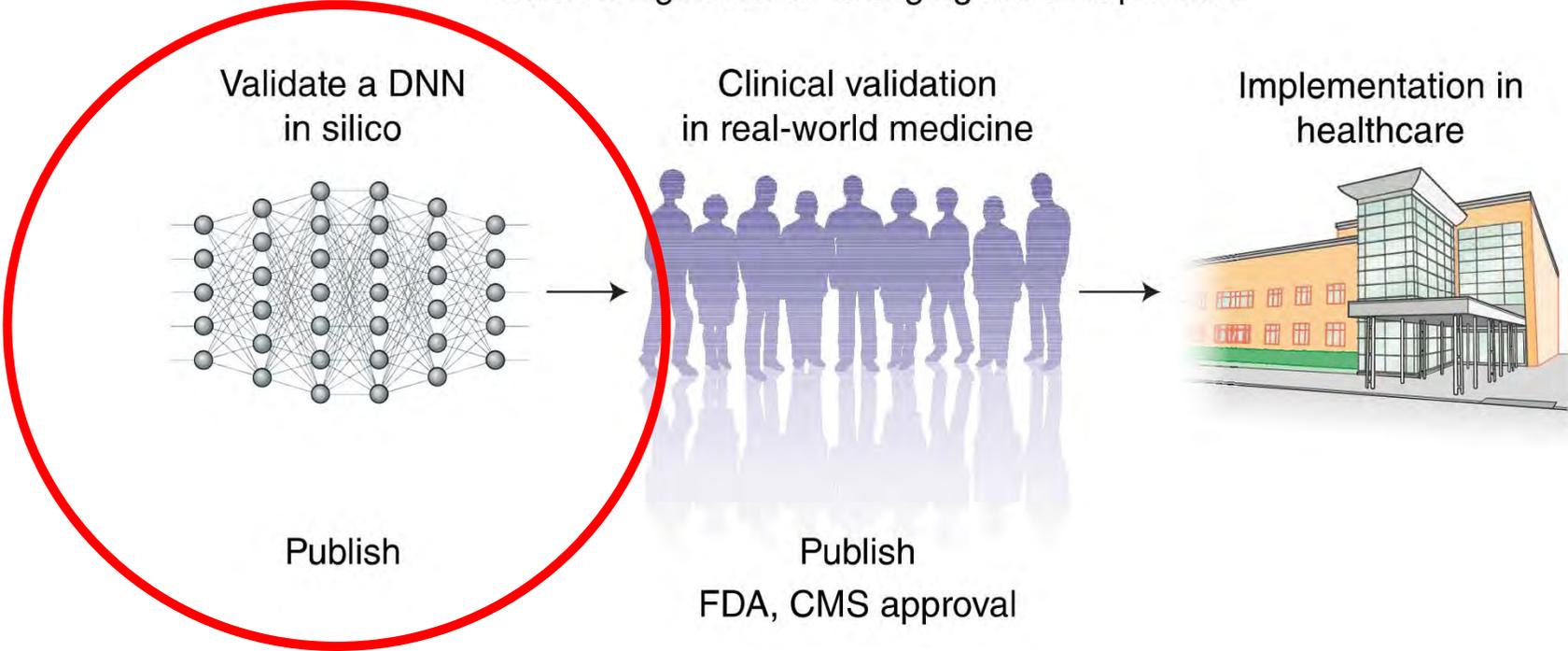






Lindsay et al. Deep neural network improves fracture detection by clinicians. *PNAS* 2018

From AI algorithm to changing medical practice

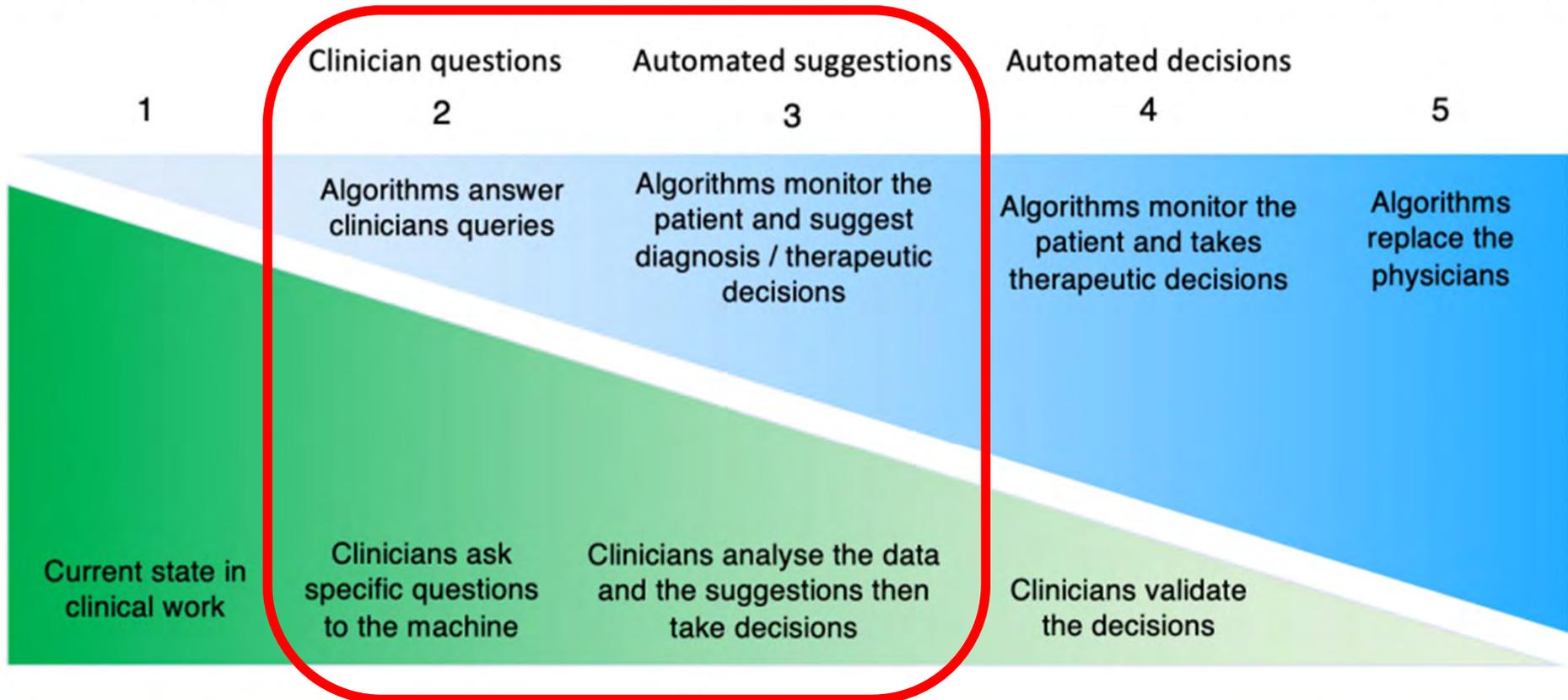


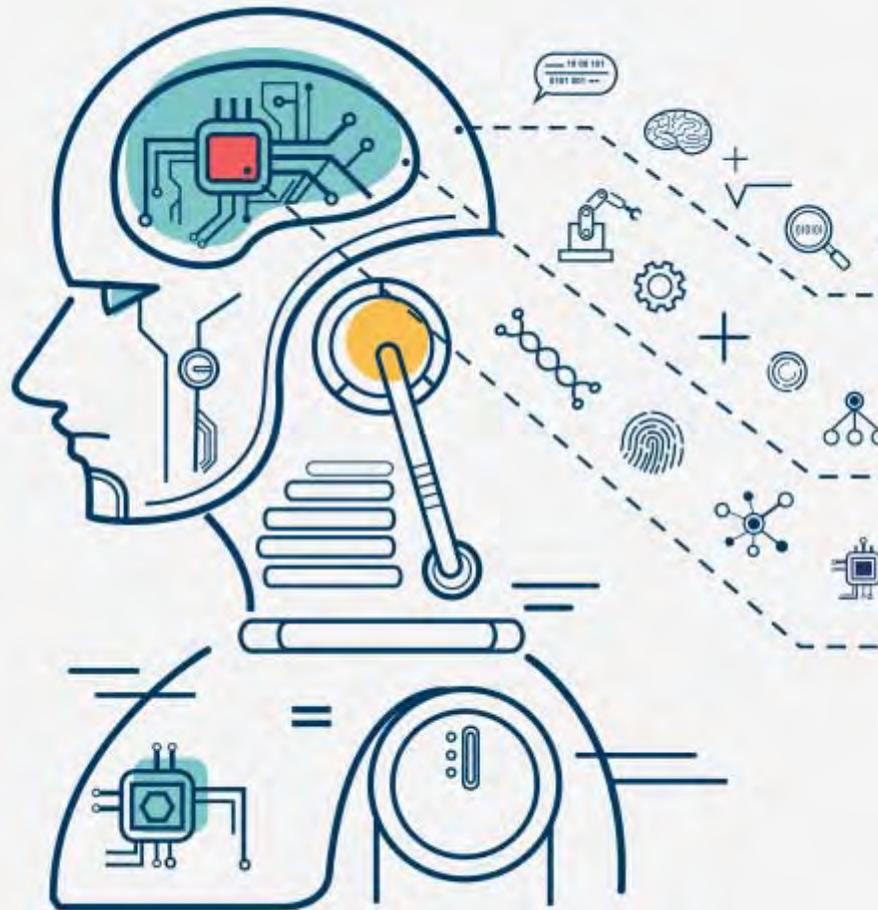
Topol. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine* 2019

**No automation**

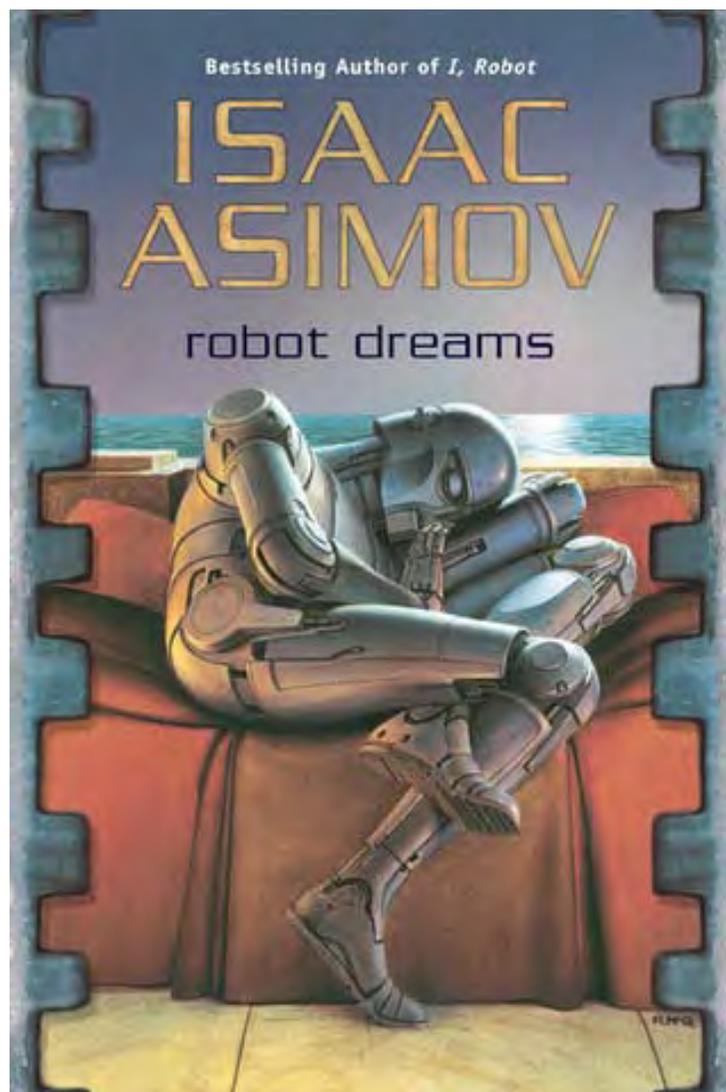
**Partial automation**

**Full automation**

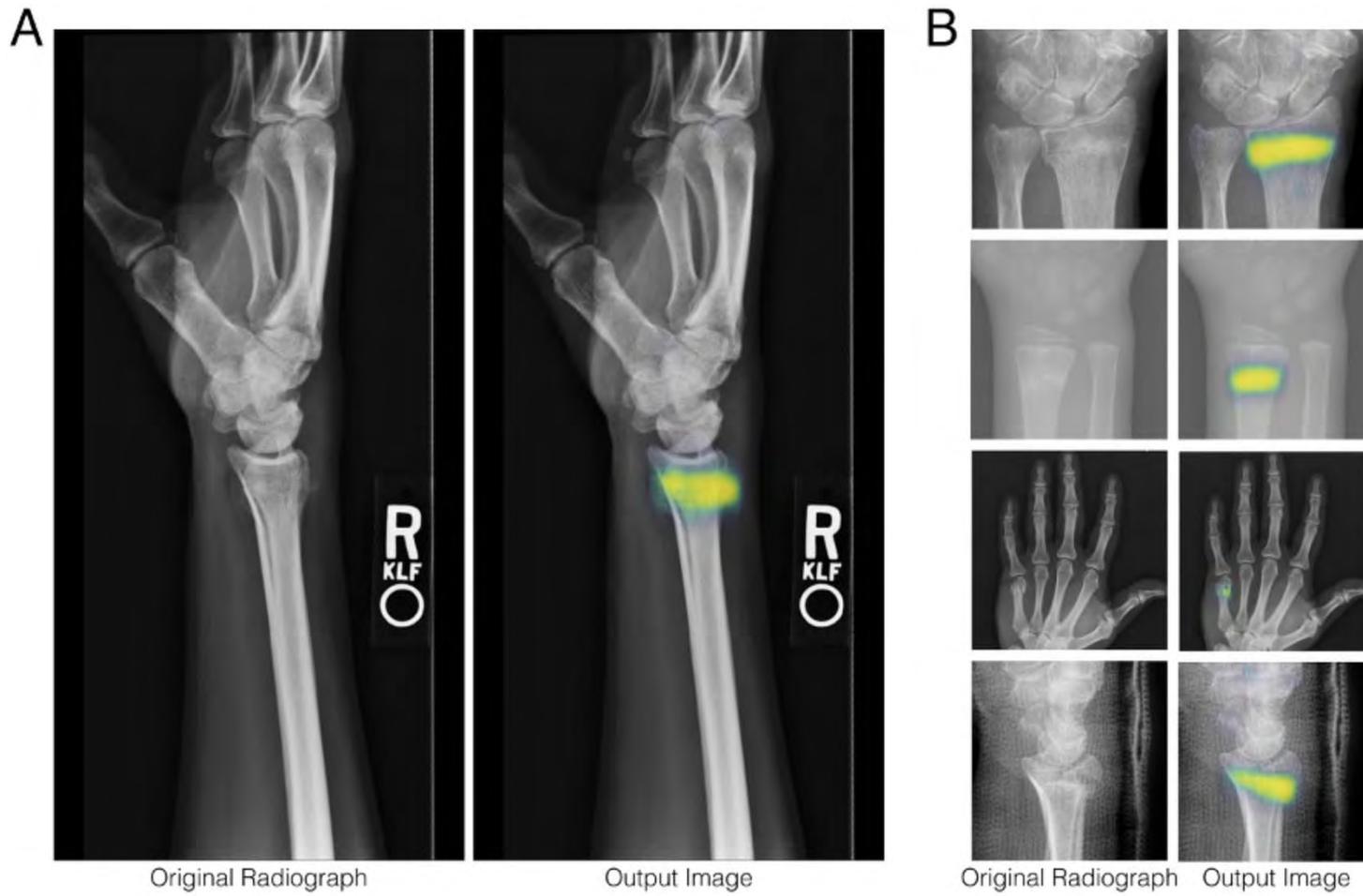




<b>Cible</b>	Type de décision
	Justification du ML
	Contexte
	Patients
	Utilisateurs
<b>Données</b>	Exhaustivité
	Disponibilité
	Extraction automatique
<b>Décision</b>	Expliquée
	Gestion de l'incertitude
	Limites
	Mémoire
	Flexibilité
<b>Interface</b>	Intégrée
	Rapide
	Ergonomique
	Standardisée

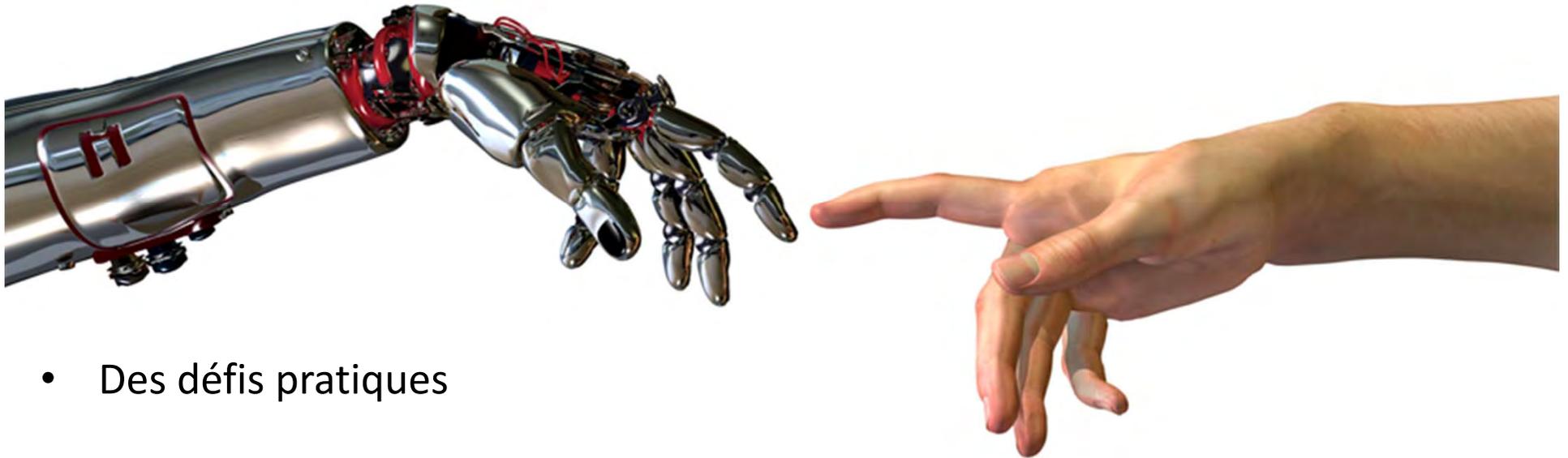


Défis	Solutions
<b>Quantité de données</b>	Partage des données / Bases de données open-access
<b>Qualité des données</b>	Amélioration du dossier médical informatique
<b>Interprétabilité</b>	Cartographie des caractéristiques saillantes
<b>Confiance</b>	Formation et explications
<b>Interopérabilité</b>	FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources)
<b>Exhaustivité</b>	Implication des médecins
<b>Sécurité</b>	Protection informatique des outils et des données
<b>Validation</b>	Cadres réglementaires "Software as Medical Device (SaMD)"
<b>Preuve</b>	Essais cliniques randomisés
<b>Coût</b>	Coût-efficacité

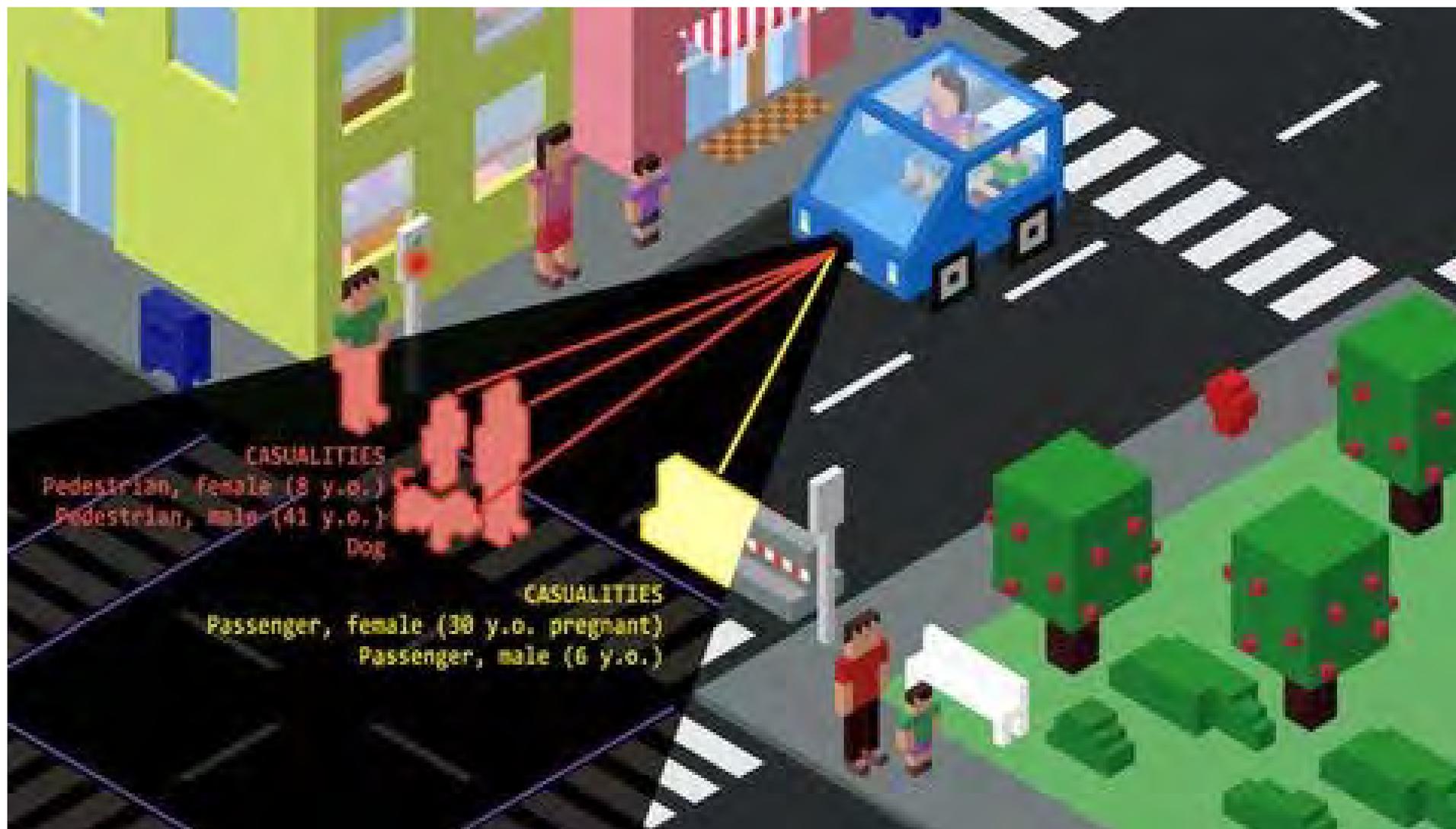


Lindsay et al. Deep neural network improves fracture detection by clinicians. *PNAS* 2018

- Système expert / Apprentissage automatique
- Applications au Bon Usage Antibiotique



- Des défis pratiques
- **Et des questions éthiques**



**JAMA Internal Medicine | Special Communication**

# Potential Biases in Machine Learning Algorithms Using Electronic Health Record Data

Milena A. Gianfrancesco, PhD, MPH; Suzanne Tamang, PhD, MS; Jinoos Yazdany, MD, MPH; Gabriela Schmajuk, MD, MS

**SPECIAL ARTICLE**

**Annals of Internal Medicine**

## **Ensuring Fairness in Machine Learning to Advance Health Equity**

**Alvin Rajkomar, MD\*; Michaela Hardt, PhD\*; Michael D. Howell, MD, MPH; Greg Corrado, PhD; and Marshall H. Chin, MD, MPH**



## **GDPR & AI:**

Privacy by design in Artificial intelligence



Google DeepMind



babylon

Everyone's personal health service.

A doctor in California appeared via video link to tell a patient he was going to die. The man's family is upset

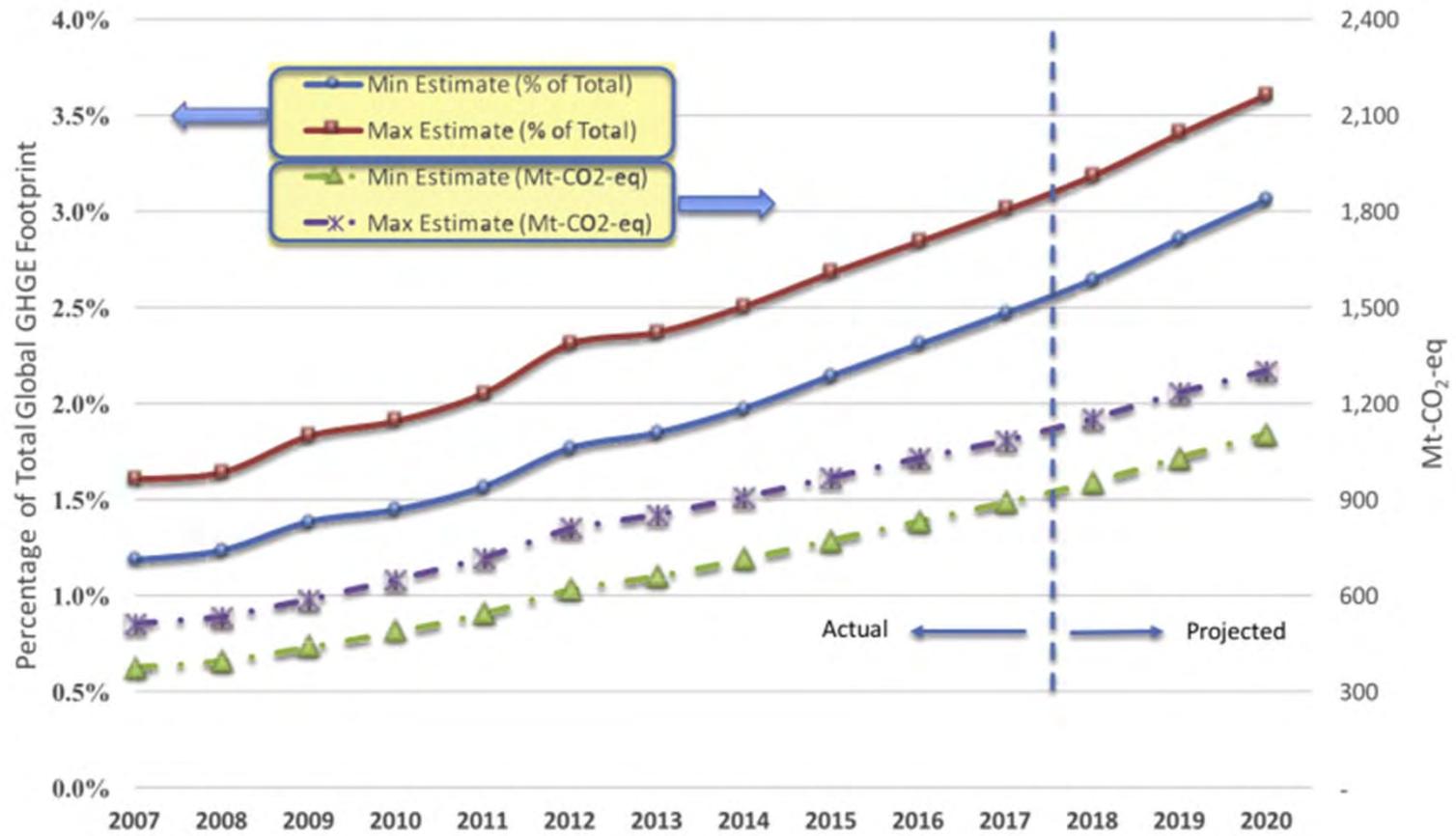


By [Dakin Andone](#) and [Artemis Moshtagian](#), CNN

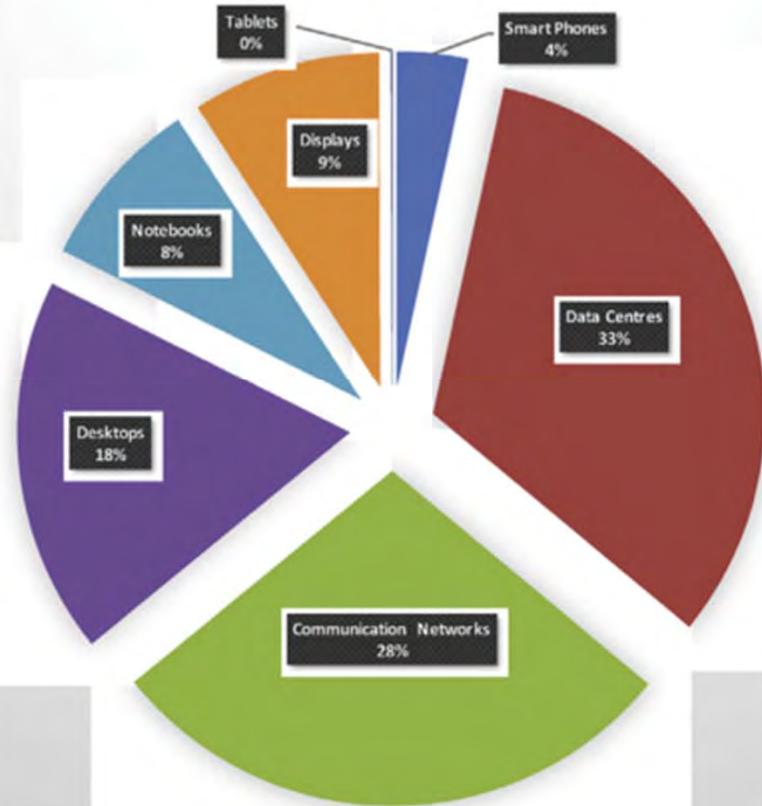
Updated 1341 GMT (2141 HKT) March 11, 2019



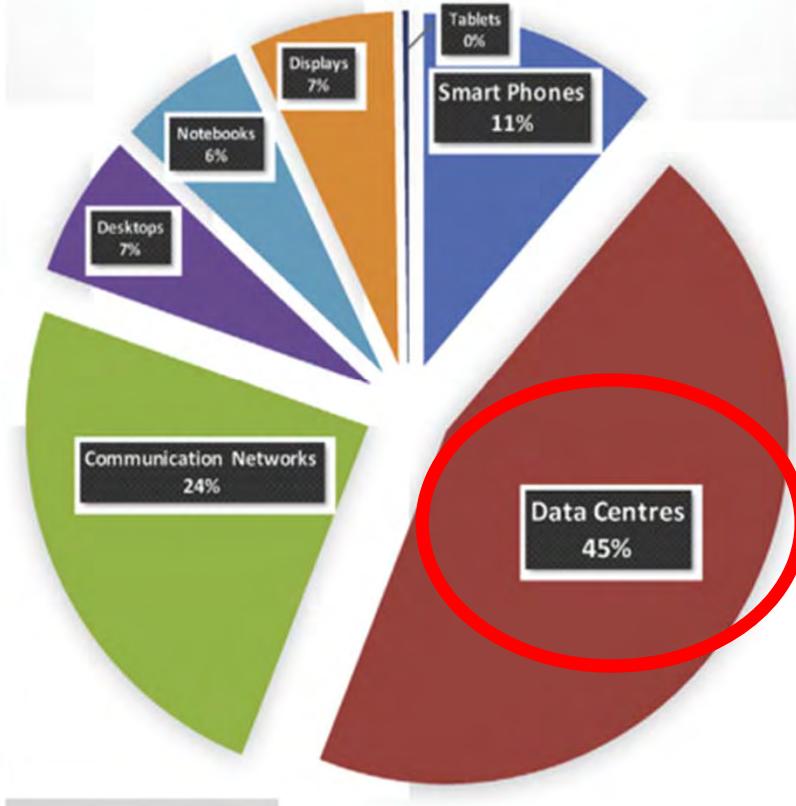
**ICT Global GHGE Footprint Relative to the Total Global Footprint  
2007 - 2020**



Relative Contributions of ICT Categories - 2010



Relative Contributions of ICT Categories - 2020





## Leading the global movement for environmentally responsible health care

*Welcome to Health Care Without Harm! Please join us as we work to transform the health sector worldwide, promoting environmental health and justice.*



# Réseaux sociaux



## Bulletin d'informations scientifiques – Nous avons le droit d'être intelligents !

**Pr Didier Raoult** – Directeur de l'IHU Méditerranée Infection

**Pr Laurence Camoin** – Professeur d'hématologie

### Liens vers :

L'article de l'American Journal of Medicine [https://www.amjmed.com/article/S0002-9343\(20\)30673-2/fulltext](https://www.amjmed.com/article/S0002-9343(20)30673-2/fulltext)

Les données pour les pays qui prescrivent <https://c19study.com/>



Cette vidéo a été supprimée, car elle ne respectait pas les conditions d'utilisation de YouTube.



# Perspectives

- **Les données des patients ont une valeur inestimable**
- **Il faut plus de cliniciens dans la recherche en AI / ML afin de co-développer les outils et s'assurer qu'ils correspondent à ce dont nous et les patients avons besoin**
- **L'interaction entre médecins et outils d'apprentissage automatique est un champ de recherche prometteur**
- **Les intérêts commerciaux doivent être contrôlés par de nouveaux cadres réglementaires**

# Remerciements

**JNI** 21<sup>es</sup> Journées Nationales d'Infectiologie

**Poitiers**  
et la région Nouvelle Aquitaine  
Palais des Congrès du Futuroscope  
du mercredi 9 septembre 2020  
au vendredi 11 septembre 2020

The banner features a green background on the left and a blue background on the right. The text is in white and red. The logos on the right are Spif (a circular logo with a stylized 'Spif'), FFI (a circular logo with 'FFI' and 'Fédération Française d'Infectiologie'), and CMIT (a logo with 'CMIT' and 'Centre de Modélisation et d'Infectiologie').



Imperial College  
London

