



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Inserm



La science pour la santé
From science to health

JOURNÉE
DE L'
Inserm
16 mars 2026

IA pour une urologie augmentée : des avancées scientifiques à l'impact clinique


Sandrine Voros
Directrice de Recherche INSERM

Resp. équipe Gestes Médico-Chirurgicaux
Assistés par Ordinateur
(demande labellisation INSERM en cours)

Laboratoire  , Grenoble

Les défis et les besoins en urologie

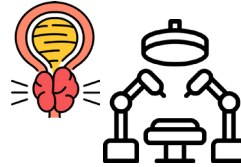


- Spécialité médicale qui se concentre sur les voies urinaires et sur le système reproducteur masculin
- ~6-8 millions actes en France ( 20-30%)

Actes endoscopiques
(hors prostate)
~23%



Chirurgie de la prostate
(HBP + cancer)
~20%



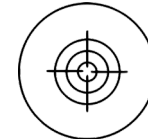
Chirurgie de la vessie
~12%



Chirurgie du rein
~12%

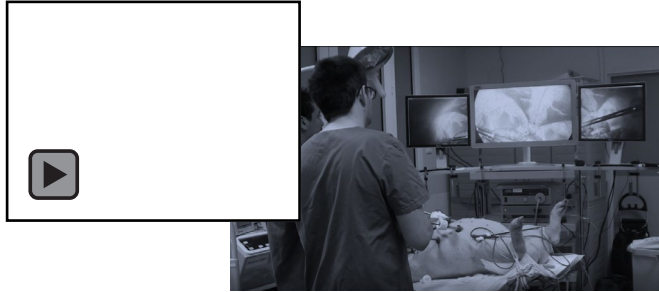


- Evolution des pratiques

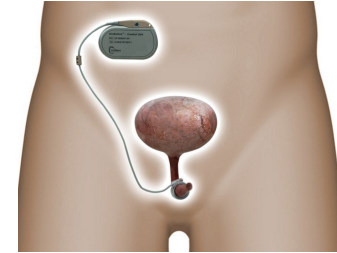


GMCAO pour l'urologie - Une collaboration au long cours

- De la perception augmentée au geste augmenté



Endocontrol



Uromems

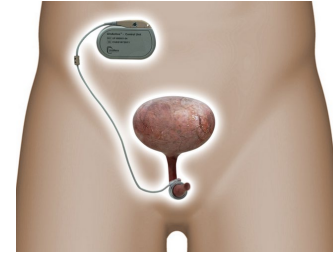
- Assistance au diagnostic et au traitement du cancer de la prostate

GMCAO pour l'urologie - Une collaboration au long cours

- De la perception augmentée au geste augmenté



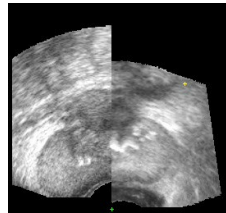
Endocontrol



Uromems



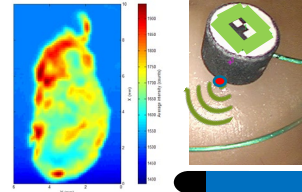
- Assistance au diagnostic et au traitement du cancer de la prostate



Curiethérapie



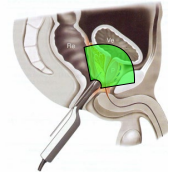
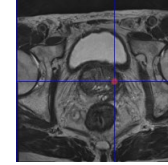
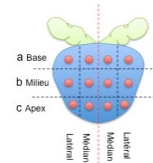
Prostatectomie radicale



Assistance à la réalisation de biopsies de prostate

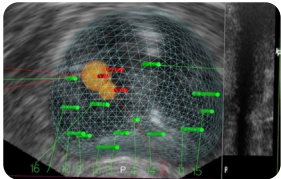
- Défi clinique : localiser les cibles de biopsie lors de biopsies échoguidées

- US 2D, cibles non visibles
- Organe symétrique, mobile et déformable



- Approche : localisation de la prostate et des positions cibles par fusion d'images

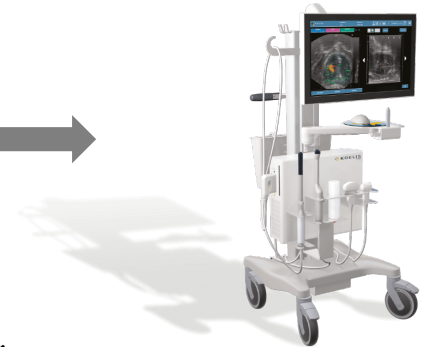
- Cartographie 3D patient spécifique, complétée par un examen histopathologique, suivi



Méthodes classiques
Segmentation
recalage d'images IRM / US

Transfert industriel (Koelis 2006)

> 600 systèmes > 1 million de patients



- Résout surdiagnostic et surtraitement => évolution des pratiques

- Mais impose segmentation manuelle ou semi-auto des images IRM et US3D

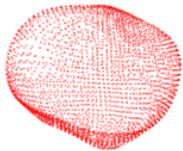


Assistance à la réalisation de biopsies de prostate

- Démocratisation à l'aide de l'IA ?
- Des années de données de patients (annotées par la pratique, +3000)

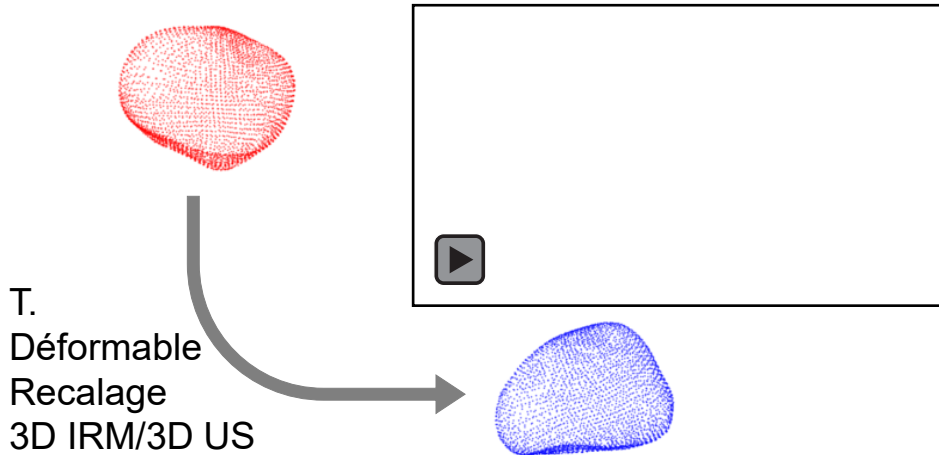
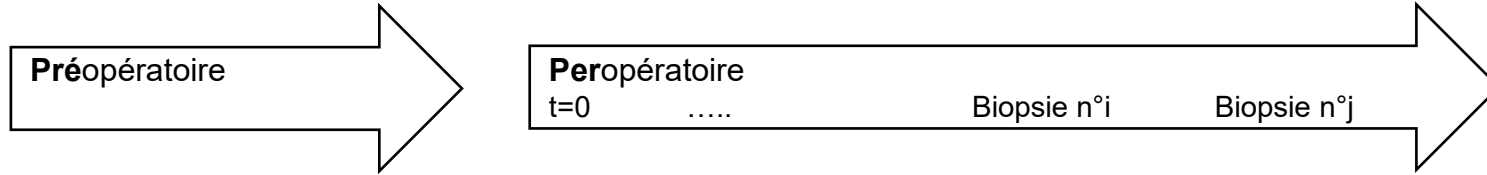


Préopératoire



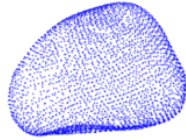
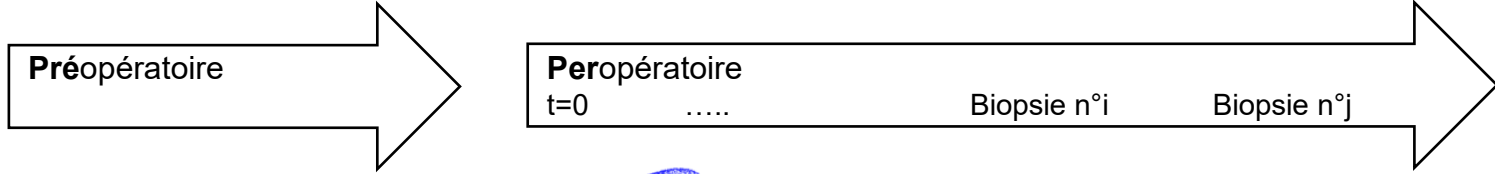
Assistance à la réalisation de biopsies de prostate

- Démocratisation à l'aide de l'IA ?
- Des années de données de patients (annotées par la pratique, +3000)

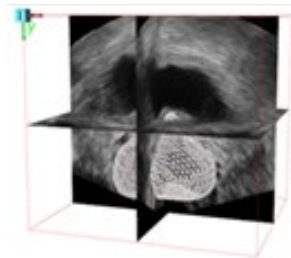


Assistance à la réalisation de biopsies de prostate

- Démocratisation à l'aide de l'IA ?
- Des années de données de patients (annotées par la pratique, +3000)



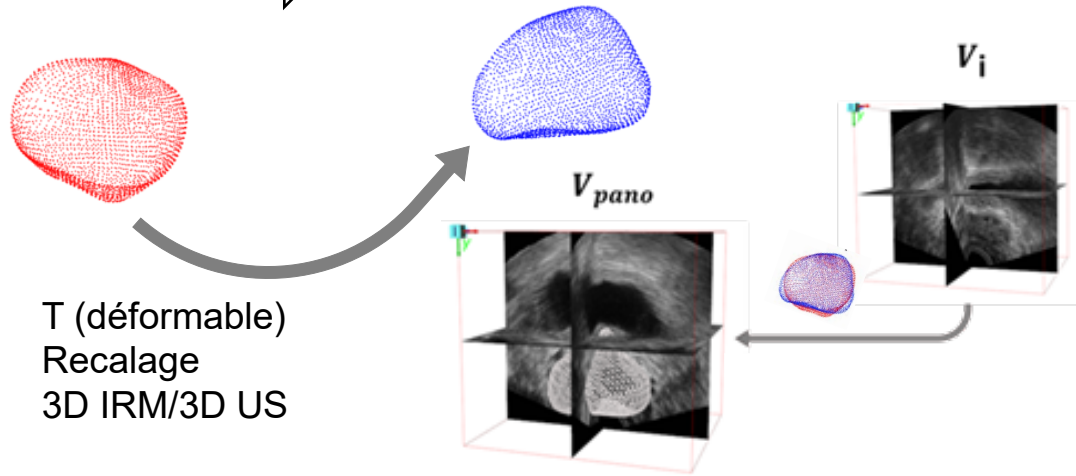
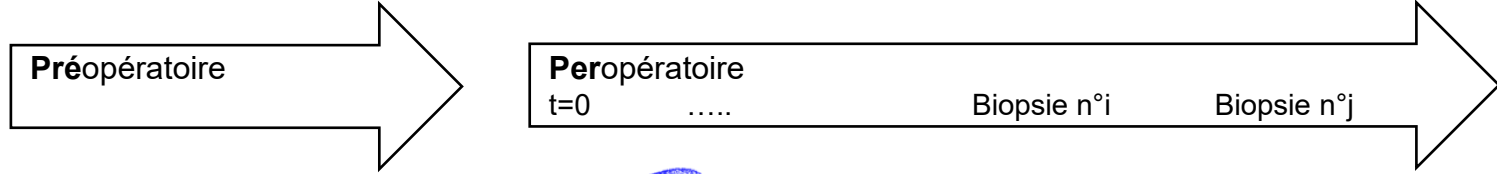
V_{pano}



T (déformable)
Recalage
3D IRM/3D US

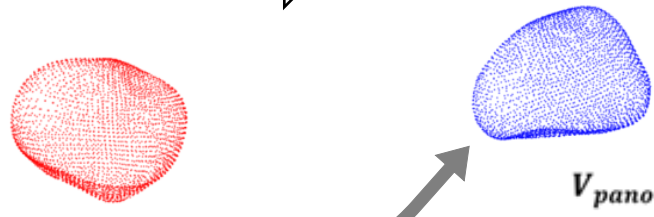
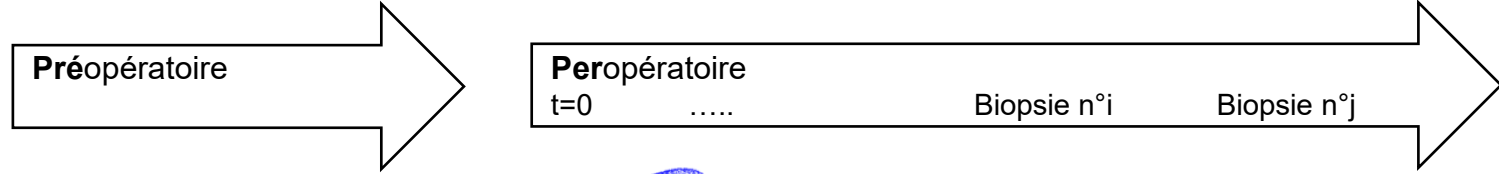
Assistance à la réalisation de biopsies de prostate

- Démocratisation à l'aide de l'IA ?
- Des années de données de patients (annotées par la pratique, +3000)

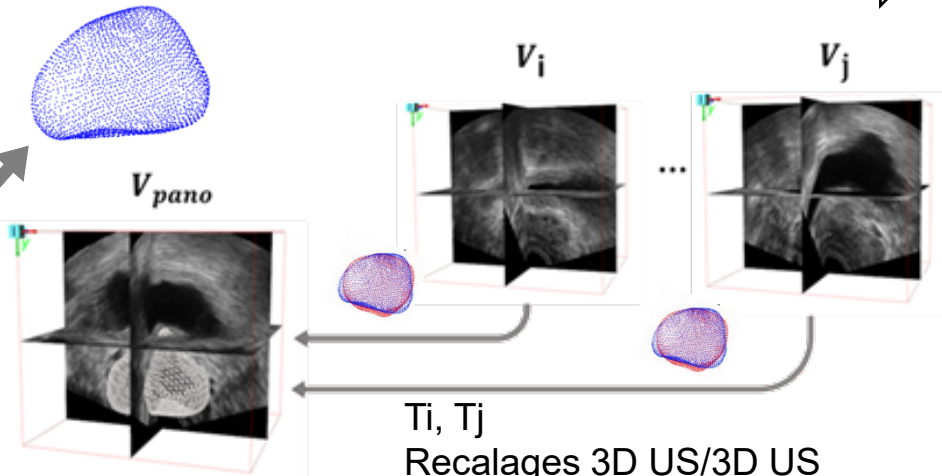


Assistance à la réalisation de biopsies de prostate

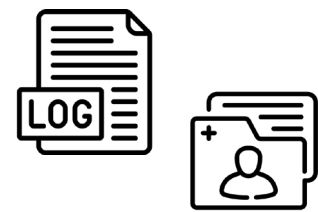
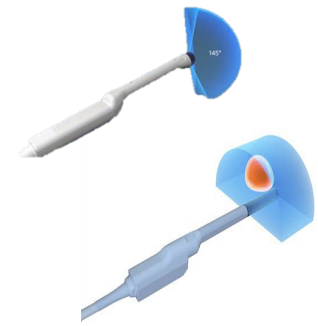
- Démocratisation à l'aide de l'IA ?
- Des années de données de patients (annotées par la pratique, +3000)



T (déformable)
Recalage
3D IRM/3D US

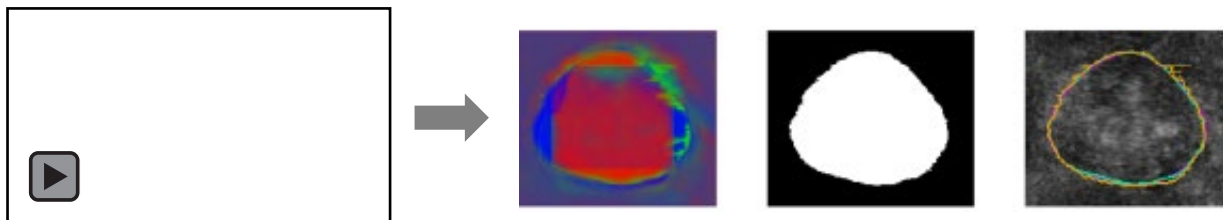


T_i, T_j
Recalages 3D US/3D US



Assistance à la réalisation de biopsies de prostate

- Nouvelle méthode de segmentation US de la prostate

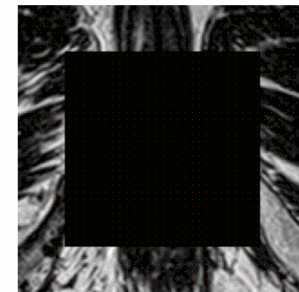
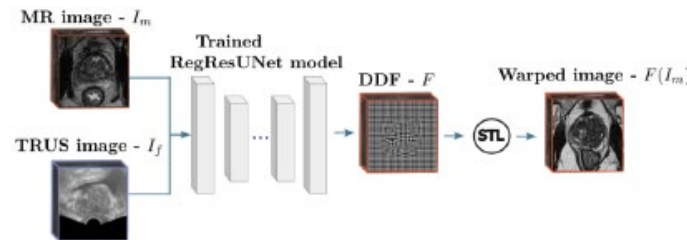
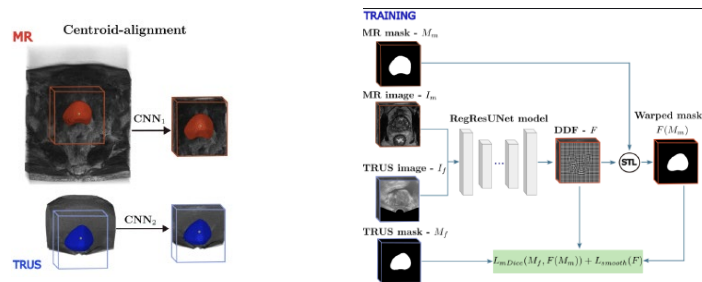


Apprentissage profond supervisé pour segmentation par plan et fusion [MedPhys2022]

- Nouvelle méthode de recalage IRM/US3D TRUS déformable sans segmentation

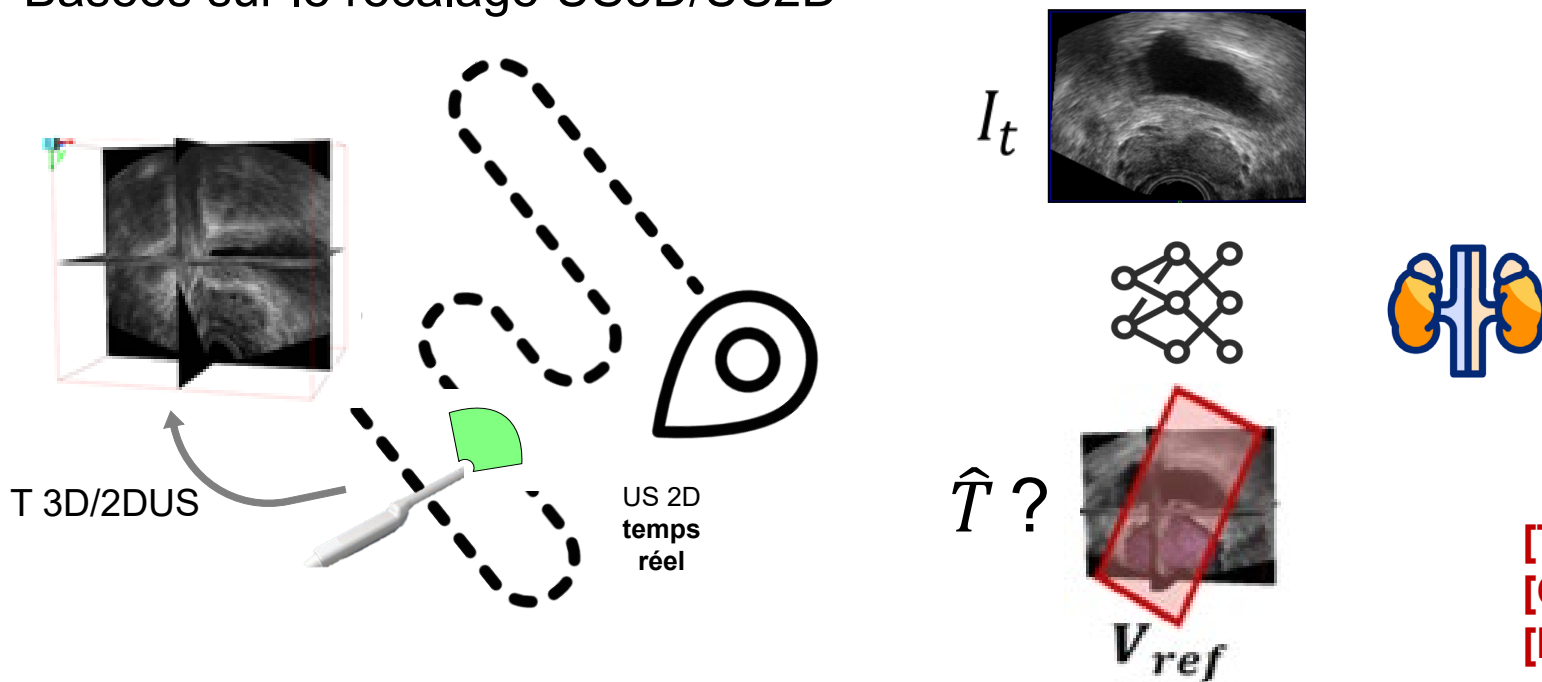
- Importance ++ du prétraitement (réalisé aussi par IA !)
- Approche faiblement supervisée, SRE < 1mm [CIBM2025]

Displacement vector field



Assistance à la réalisation de biopsies de prostate

- Nouvelles méthodes pour l'assistance à la navigation temps réel
- Basées sur le recalage US3D/US2D



Assistance à la réalisation de biopsies de prostate

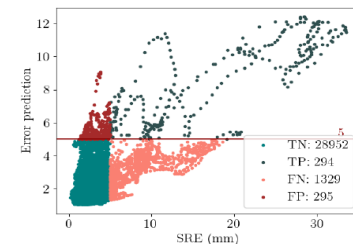


- Nouvelles méthodes pour l'assistance à la navigation temps réel
- Basées sur le recalage US3D/US2D
- Avec une estimation de **la confiance** dans les prédictions

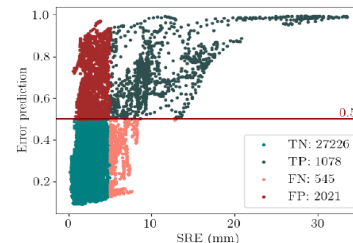


Prédit erreur de recalage au temps t

Mesure de confiance que l'erreur < seuil



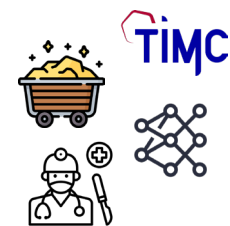
(a) Regression (branch 1)



(b) Probability (branch 2)

[MedPhys2026 – under review]

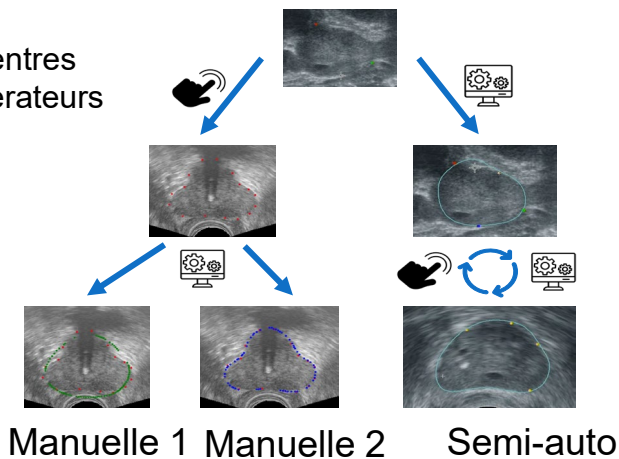
Assistance à la réalisation de biopsies de prostate



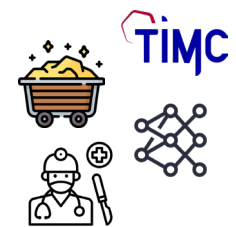
- Quel impact clinique ?
- Analyse des pratiques avec le système clinique
 - SVD(SegmIRM, SegmUS) >10% => impact sur qualité de détection du K [EAU2024]
- Qualité des vérités terrain et impact sur l'IA [MedPhys2025]


- Etude sur 100 prostates
- 4 opérateurs experts de 3 centres
- Variabilités inter- et intra-opérateurs
- Manuelle vs. semi-auto
- Influence de l'outil (points vs. contours)

Segmentation
semi-auto fiable
comme vérité terrain



Notre vision de l'IA dans l'assistance au geste



- Cercle vertueux de la collaboration scientifiques / cliniciens / industriels
- Simplification et automatisation du processus grâce à l'IA :
 - Evaluations sur des critères cliniques et pas seulement techniques
 - Avec des modèles « légers » + 
 - Fournissant des informations sur la confiance
- Coupler modèles + IA (robustesse)
 - Exploiter les informations sur la variabilité d'annotation dans le processus de segmentation (apprentissage / contrôle qualité ?)
 - Aller plus loin dans la navigation : *où on est => où aller*
=> Approches d'apprentissage par renforcement



Merci !



Références

