

Suivi des dissections: quelle place pour l'IA?

Dr. Axel Bartoli

Arnaud Maurin, Pierre Antoine Barral, Alexis Jacquier

Service de radiologie – CHU Timone (AP-HM)



SRES 2025

11-12 septembre 2025



amU Faculté des sciences
médicales et paramédicales
Aix Marseille Université

Suivi des dissections

Complexité physiopathologique VS. « simplicité » des critères de prise en charge

Circulation: Cardiovascular Imaging

AHA SCIENTIFIC STATEMENT

Imaging and Surveillance of Chronic Aortic Dissection: A Scientific Statement From the American Heart Association

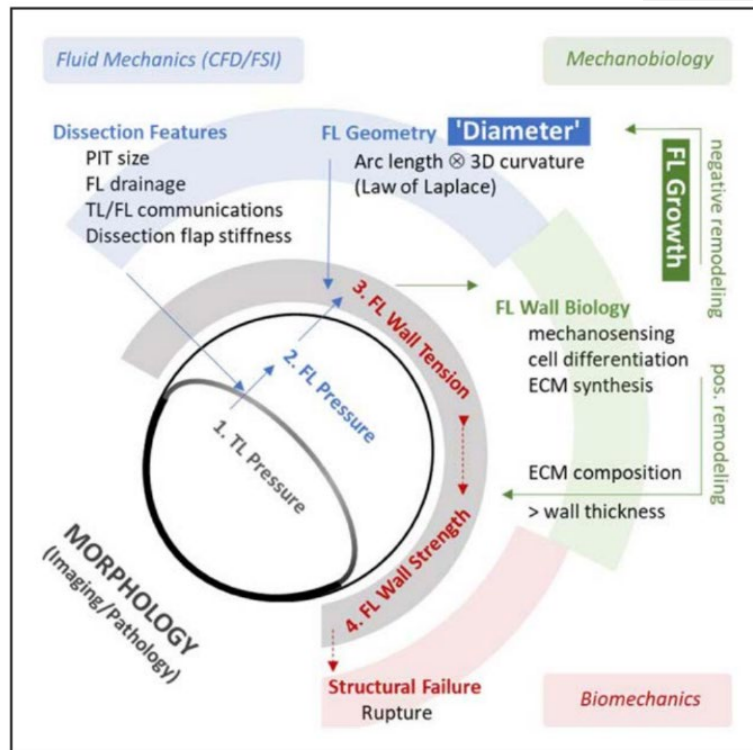


Figure 4. Pathophysiology and biomechanics of chronic aortic dissection.

European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 2024, 65(2), ezad426
<https://doi.org/10.1093/ejcts/ezad426>

GUIDELINES

Cite this article as: Czerny M, Grabenwöger M, Berger T, Aboyans V, Della Corte A, Chen EP et al. EACTS/STS Guidelines for diagnosing and treating acute and chronic syndromes of the aortic organ. Eur J Cardiothorac Surg 2024; doi:10.1093/ejcts/ezad426.

EACTS/STS Guidelines for diagnosing and treating acute and chronic syndromes of the aortic organ

Authors/Task Force Members: Martin Czerny^{a,b,x,†} (Co-Chairperson) (Germany), Martin Grabenwöger^{c,d,x,†} (Co-Chairperson) (Austria), Tim Berger^{a,b} (Task Force Coordinator), Victor Aboyans^{e,f} (France), Alessandro Della Corte^{g,h} (Italy), Edward P. Chenⁱ (USA), Nimesh D. Desai^j (USA), Julia Dumfarth^k (Austria), John A. Elefteriades^l (USA), Christian D. Etz^m (Germany), Karen M. Kimⁿ (USA), Maximilian Kreibich^{a,b} (Germany), Mario Lescan^o (Germany), Luca Di Marco^p (Italy), Andreas Martens^{q,r} (Germany), Carlos A. Mestres^s (South Africa), Milan Milojevic^t (Serbia), Christoph A. Nienaber^{u,v} (UK), Gabriele Piffaretti^w (Italy), Ourania Preventza^x (USA), Eduard Quintana^y (Spain), Bartosz Rylski^{a,b} (Germany), Christopher L. Schlett^{b,z} (Germany), Florian Schoenhoff^{aa} (Switzerland), Santi Trimarchi^{ab} (Italy) and Konstantinos Tsagakis^{a,c} (Germany), EACTS/STS Scientific Document Group

Recommendation Table 15: Chronic aortic diseases: chronic aortic dissection

Recommendations	Class ^a	Level ^b	Ref ^c
Intervention is recommended in patients with chronic aortic dissection at a maximum aortic diameter of >55 mm without involvement of the ascending aorta.	I	B	[362, 363]

Le suivi des dissections ne peut se résumer au seul diamètre manuel

→ Nécessité de mettre en place un suivi OBJECTIF, REPRODUCTIBLE, intégrant des MARQUEURS MULTIPLES et obtenus de façon automatique, pour mieux anticiper l'évolution des dissections.

1. Place de l'IA: reproductibilité des mesures



1. Place de l'IA: reproductibilité des mesures

► Eur Radiol. Author manuscript; available in PMC: 2023 Mar 15.

Published in final edited form as: Eur Radiol. 2022 Aug 27;33(2):1102–1111. doi: [10.1007/s00330-022-09056-z](https://doi.org/10.1007/s00330-022-09056-z)

Inter-observer variability of expert-derived morphologic risk predictors in aortic dissection

Original Article | Cardiovascular Imaging

eISSN 2095-8330
<https://doi.org/10.3348/kjr.2020.0313>
 Korean J Radiol 2021;22(2):168-178

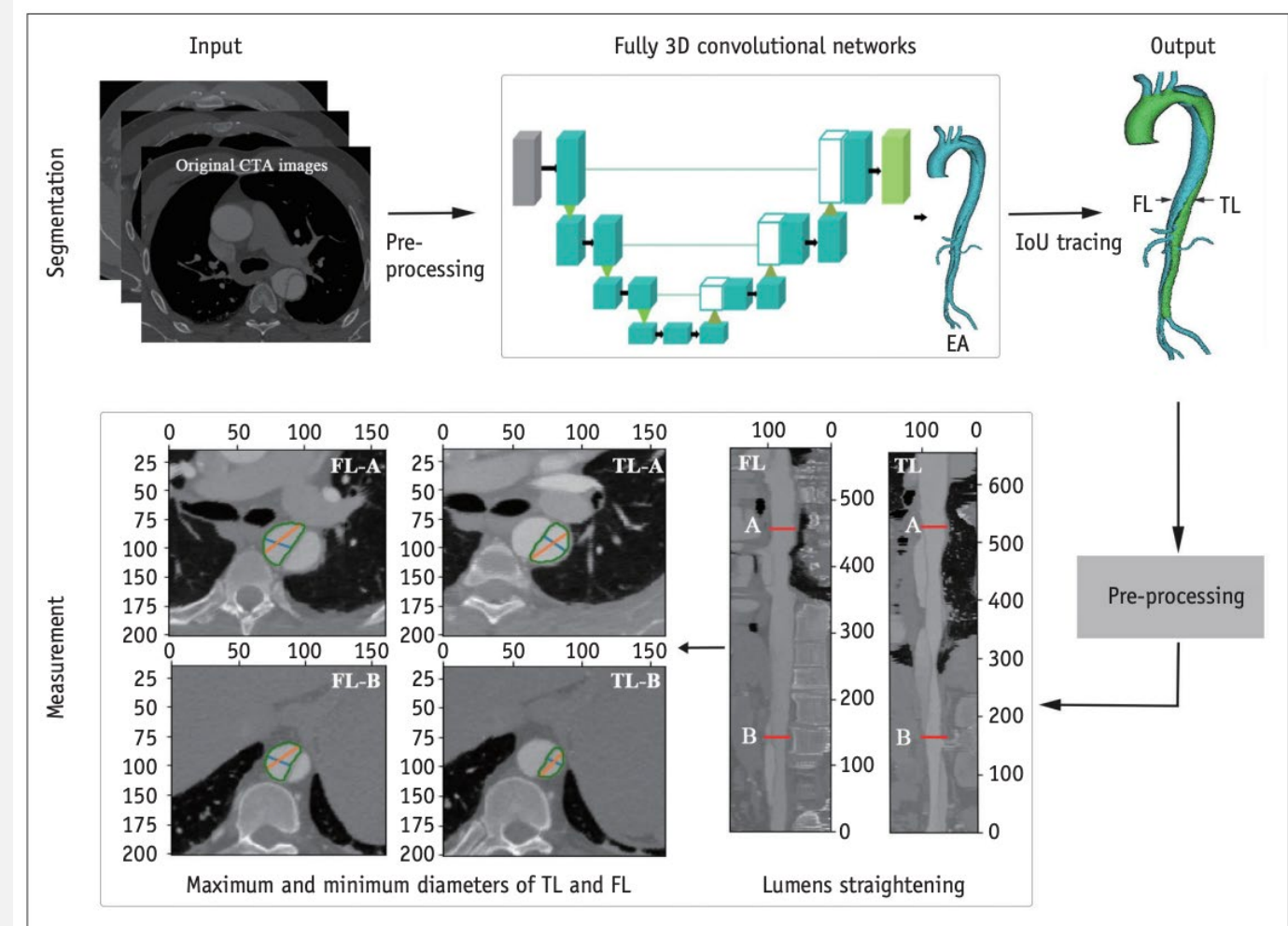
Korean Journal of Radiology



 KJR

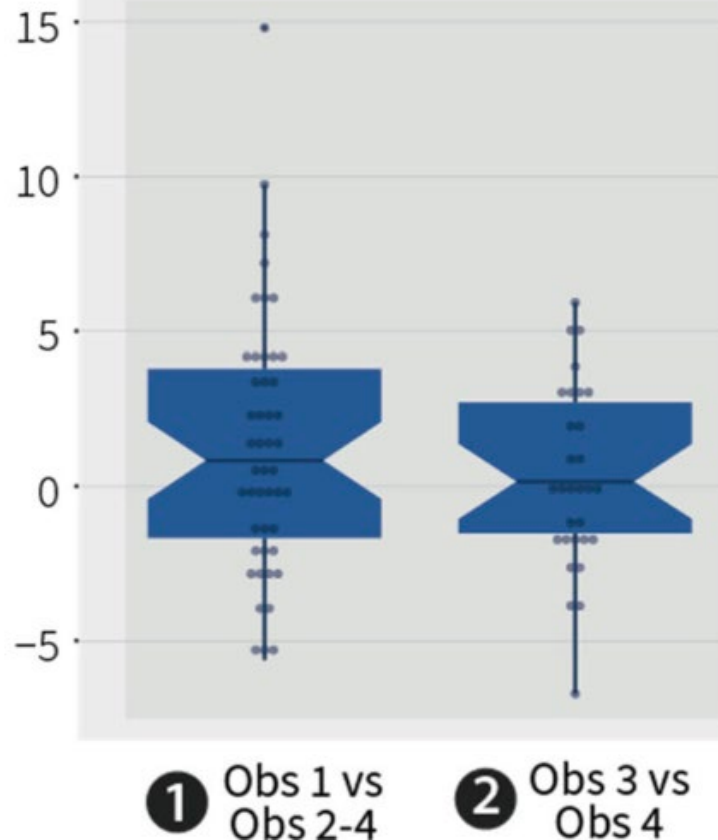
Check for updates

A Three-Dimensional Deep Convolutional Neural Network for Automatic Segmentation and Diameter Measurement of Type B Aortic Dissection



Maximum Aortic Diameter (mm)

Pre Training



1. Place de l'IA: reproductibilité des mesures

- Cao L. et al. – 2019 – *European Journal of Radiology*
- Hahn L.D. et al. – 2020 – *Radiology: Cardiothoracic Imaging*
- Wobben L.D. et al. – 2021 – *IEEE EMBC*
- Xiang D. et al. – 2023 – *Patterns*
- Feng H. et al. – 2023 – *Medical Physics*
- Guo X. et al. – 2024 – *Diagnostics*
- Cheng Z. et al. – 2024 – *European Radiology*
- Zhuang C. et al. – 2024 – *Scientific Reports*
- Krebs J.R. et al. – 2024 – *Journal of Vascular Surgery*

Original Article | Cardiovascular Imaging

eISSN 2005-8330
<https://doi.org/10.3348/kjr.2020.0313>
Korean J Radiol 2021;22(2):168-178

Korean Journal of Radiology

KJR

Check for updates

A Three-Dimensional Deep Convolutional Neural Network

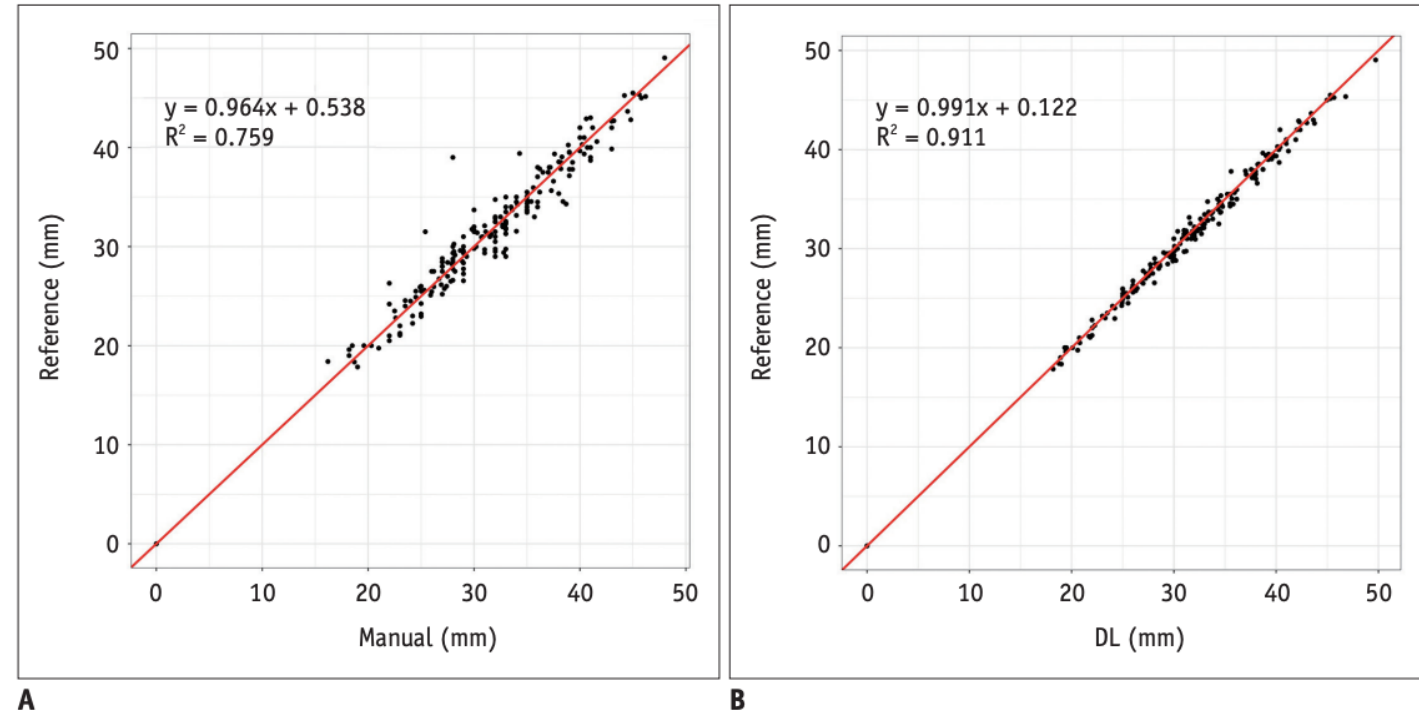


Fig. 4. Linear relationships between reference and measurements from manual and DL methods.

Average Error	Manual vs. REF	Auto vs. REF
All Aorta	-0.004 mm (-3.41 to 3.33)	-0.166 mm (-1.42 to 1.08)
True Lumen	-0.38 mm (-3.33 to 2.56)	-0.05 mm (-0.97 to 1.07)
False Lumen	-0.026 mm (-3.04 to 3.092)	-0.085 mm (-1.01 to 0.08)

1. Place de l'IA: reproductibilité des mesures

- Cao L. et al. – 2019 – *European Journal of Radiology*
- Hahn L.D. et al. – 2020 – *Radiology: Cardiothoracic Imaging*
- Wobben L.D. et al. – 2021 – *IEEE EMBC*
- Xiang D. et al. – 2023 – *Patterns*
- Feng H. et al. – 2023 – *Medical Physics*
- Guo X. et al. – 2024 – *Diagnostics*
- Cheng Z. et al. – 2024 – *European Radiology*
- Zhuang C. et al. – 2024 – *Scientific Reports*
- Krebs J.R. et al. – 2024 – *Journal of Vascular Surgery*

ATTENTION

- Petites cohortes peu diversifiées → OVERFITTING
- Peu de VALIDATION EXTERNE LARGE
- Performances chutent sur cohortes externes → BRITTLINESS / fragilité
- MANQUE D'IMPACT PRONOSTIQUE VALIDÉ

2. Place de l'IA : obtention des volumes

2. Place de l'IA : obtention des volumes

Volume Analysis to Predict the Long-Term Evolution of Residual Aortic Dissection after Type A Repair

by Marine Gaudry ^{1,*} ✉, Carine Guivier-Curien ², Arnaud Blanchard ¹, Alizée Porto ^{1,3}, Laurence Bal ¹, Virgile Omnes ¹, Mariangela De Masi ¹, Charlotte Lu ⁴, Alexis Jacquier ⁴, Philippe Piquet ¹ and Valerie Deplano ²

- **Volume FL = Facteur de risque** d'évolution défavorable après TAAD
- **FL > 140 mL** → fort risque d'événements (Se 85 %, Sp 85 %).
- **+13 % FL à 3 mois** → pronostic péjoratif à long terme

RESEARCH

Open Access

The value of volume measurement in CT in the follow-up of Stanford B aortic dissection after TEVAR



Ya Li^{1†}, Gang Yuan^{1†} and Ying Zhou^{1*}

- **Volume FL:** détecte mieux le remodelage aortique que le diamètre ou l'aire → indicateur plus fiable de l'efficacité du TEVAR

2. Place de l'IA : obtention des volumes

Volume Analysis to Predict the Long-Term Evolution of Residual Aortic Repair

by Marine Gaudry^{1,*}, Carine Guivier-Curien², Arnaud Blanchard¹, Alizée Porto^{1,3}, Laurence Bal¹, V...
Charlotte Lu⁴, Alexis Jacquier⁴, Philippe Piquet¹ and Valerie Deplano²

- **Volume FL = Facteur de risque** d'évolution déf
- **FL > 140 mL** → fort risque d'événements (Se 8
- **+13 % FL à 3 mois** → pronostic péjoratif à long

RESEARCH

The value of volume measurement in
in the follow-up of Stanford B aortic di
after TEVAR

Ya Li^{1†}, Gang Yuan^{1†} and Ying Zhou^{1*}

- **Volume FL:** détecte mieux le remodelage aorti
ou l'aire → indicateur plus fiable de l'efficacité

ATTENTION

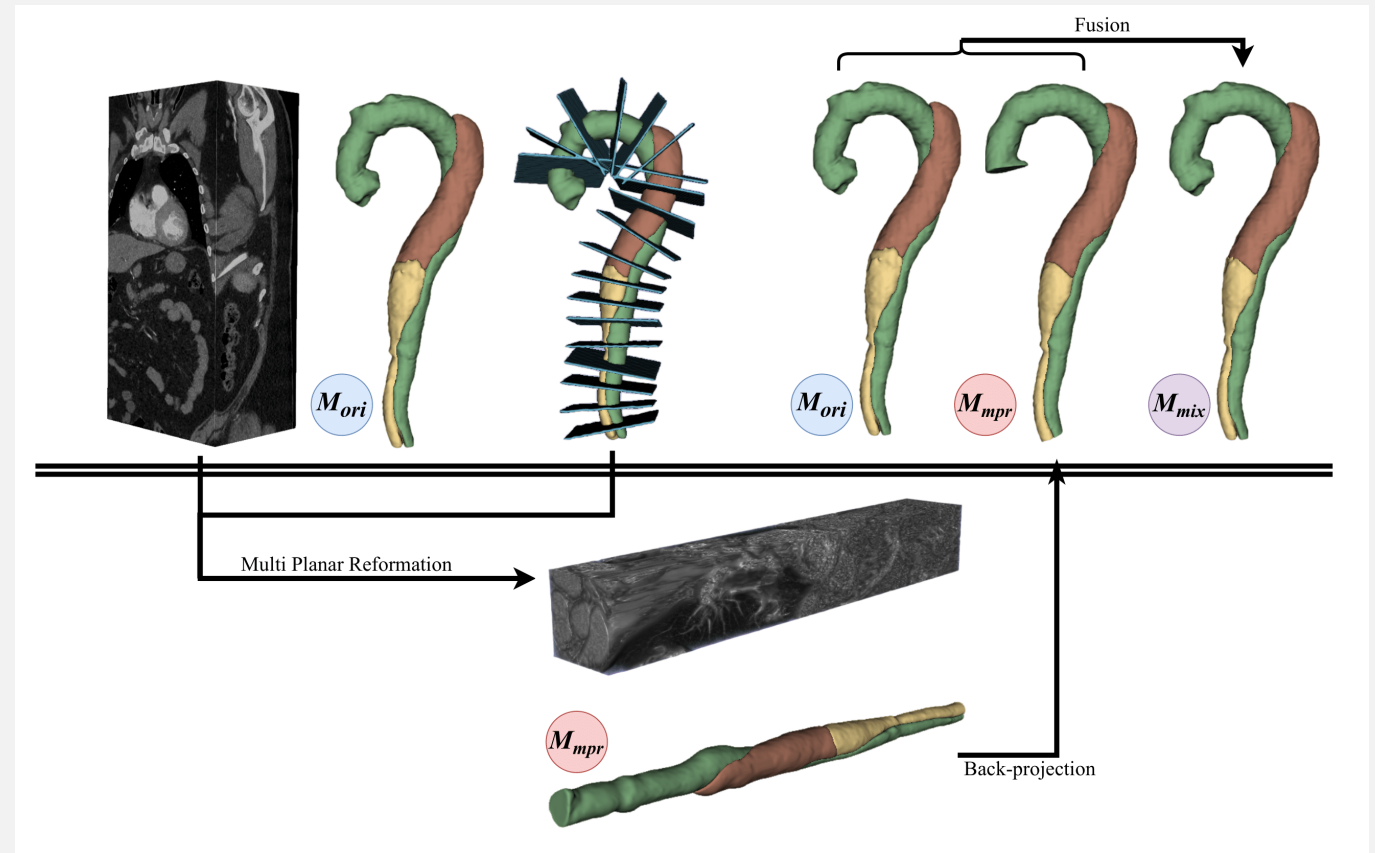
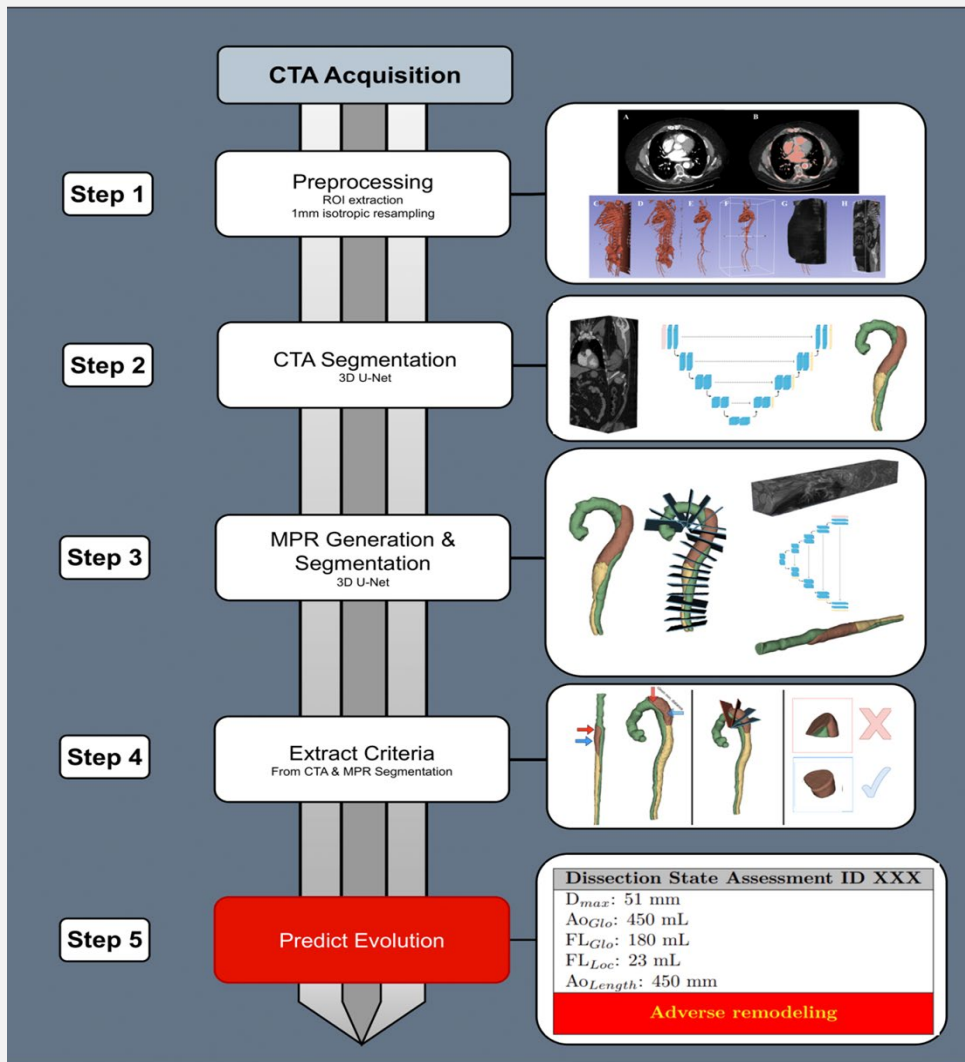
- Petites cohortes peu diversifiées →
OVERFITTING
- Peu
- Pe
ex 
- MANQUE D'IMPACT PRONOSTIQUE VALIDÉ

3. Place de l'IA: nouveaux marqueurs pronostiques?



3. Place de l'IA: nouveaux marqueurs pronostiques?

A: Deep-learning model with automatic segmentation of aortic dissection on CTA on 160 patients



3D Segmentation : Whole Aorta – FL – TL – Thrombus

3. Place de l'IA: nouveaux marqueurs pronostiques?

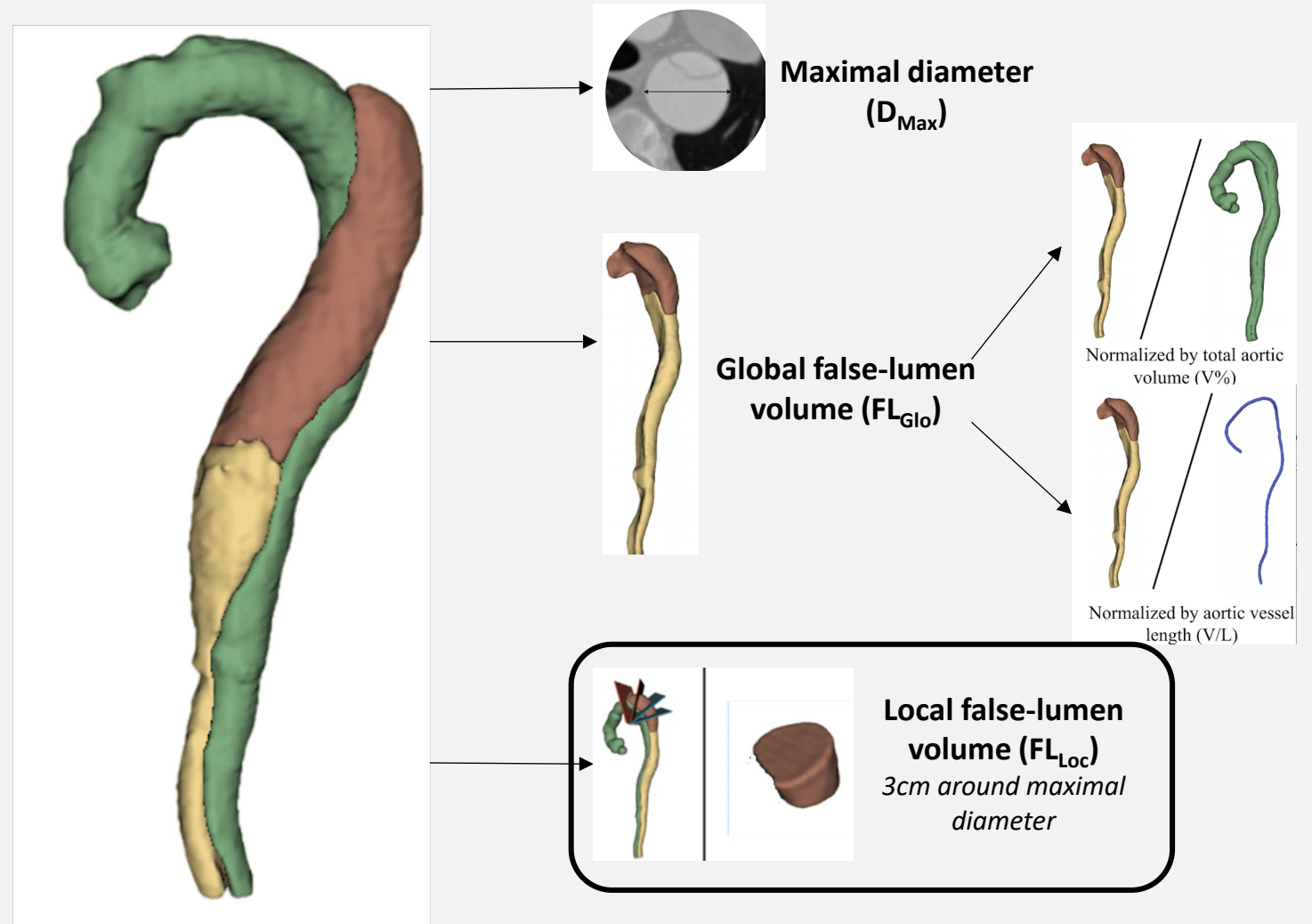
A: Deep-learning model with automatic segmentation of aortic dissection on CTA on 160 patients

Particularités :

- Multicentrique
- Segmentation thrombus
- Segmentation des aortes tortueuses
- Obtention des volumes
- Obtention de nouveaux biomarqueurs

Technique:

- Mix : segmentation sur les 2D et les 3D

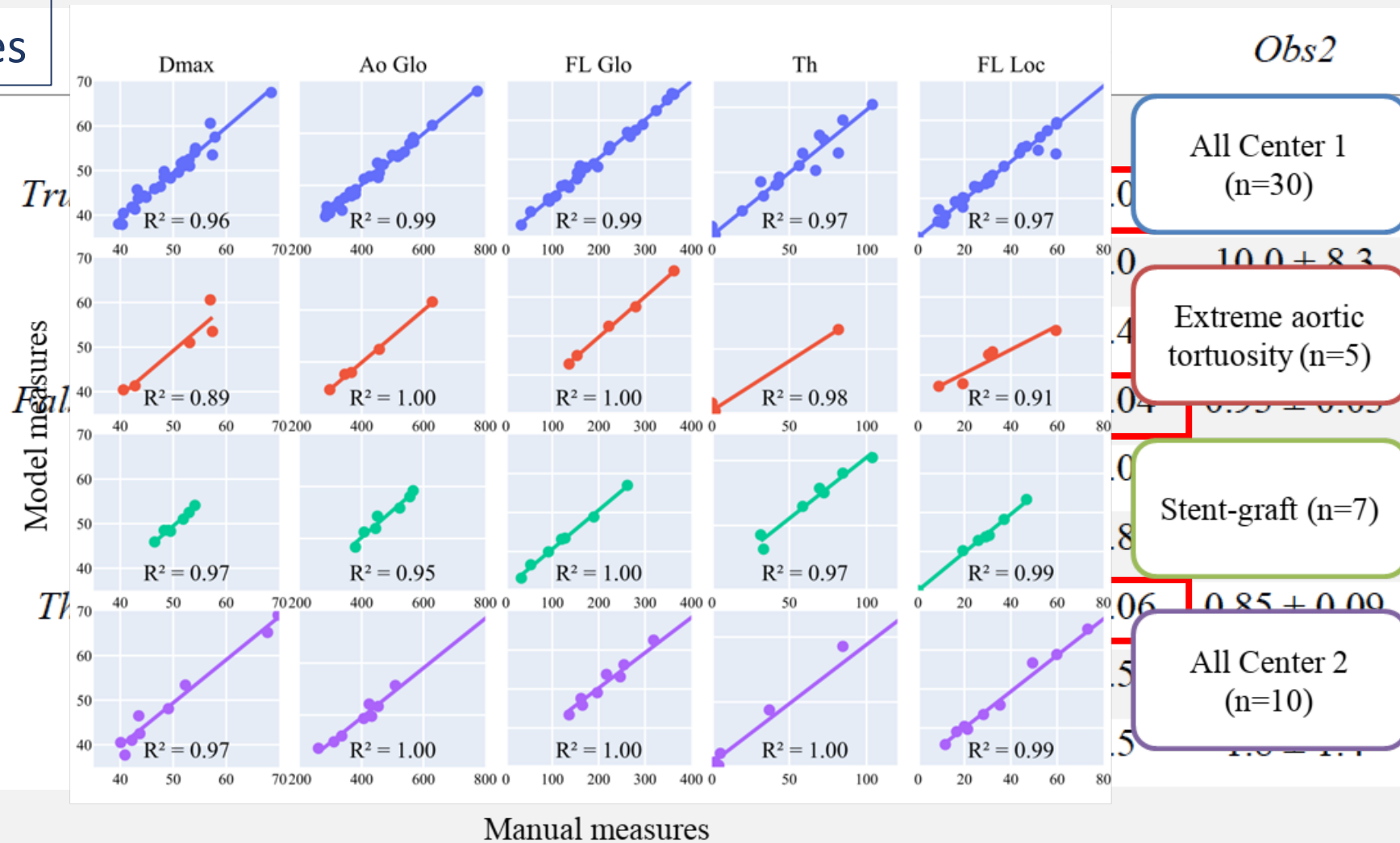


3. Place de l'IA: nouveaux marqueurs pronostiques?

A: Deep-learning model with automatic segmentation of aortic dissection on CTA on 160 patients

Results

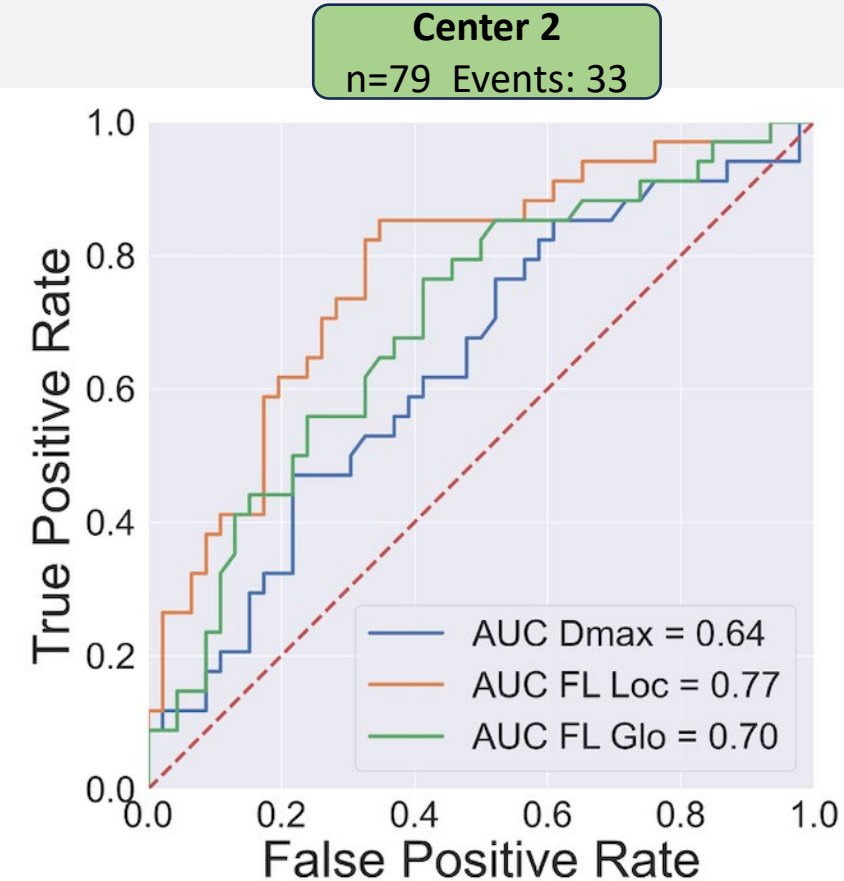
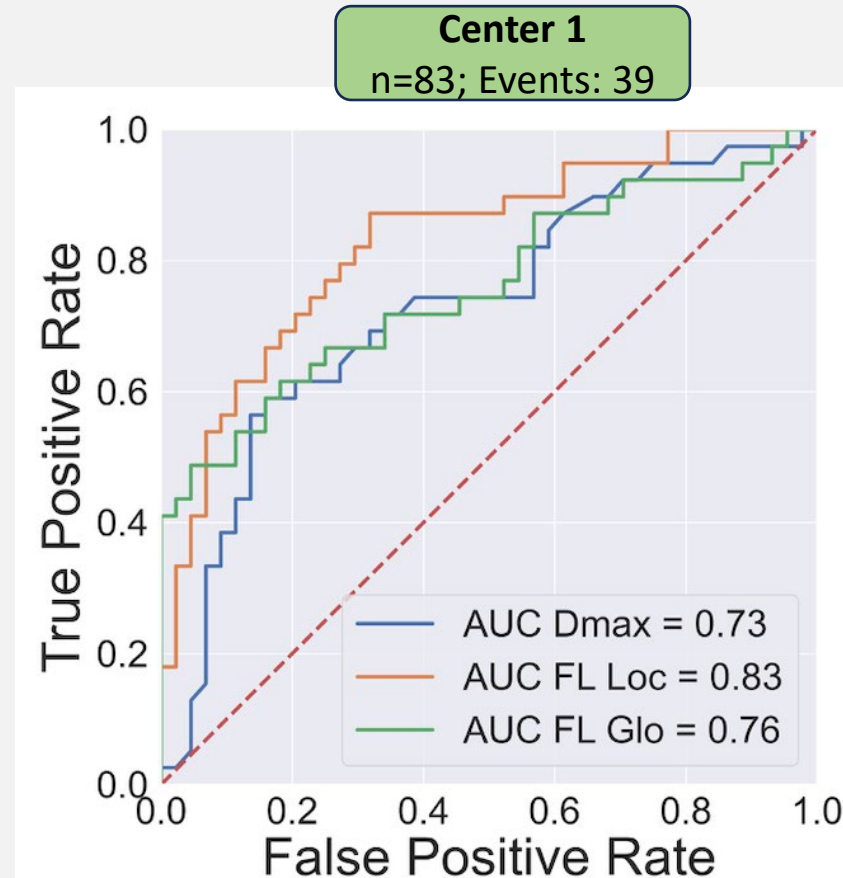
Model performances



3. Place de l'IA: nouveaux marqueurs pronostiques?

B: Predictive value of automatic measures on 162 patients with residual aortic dissection (RAD) in 2 french centers (Marseille – Dijon)

- **RETROSPECTIF**
- **2 CENTRES**
- **72 EVENTS:**
 - Reintervention
 - Rupture
 - Malperfusion
 - Aortic growth



4. Place de l'IA: une IA intégrative décisionnelle



4. Place de l'IA: une IA intégrative décisionnelle



Clinique: TA,
Tension artérielle

Suivi des dissections

FL_{Loc}

Diamètres

Volumes

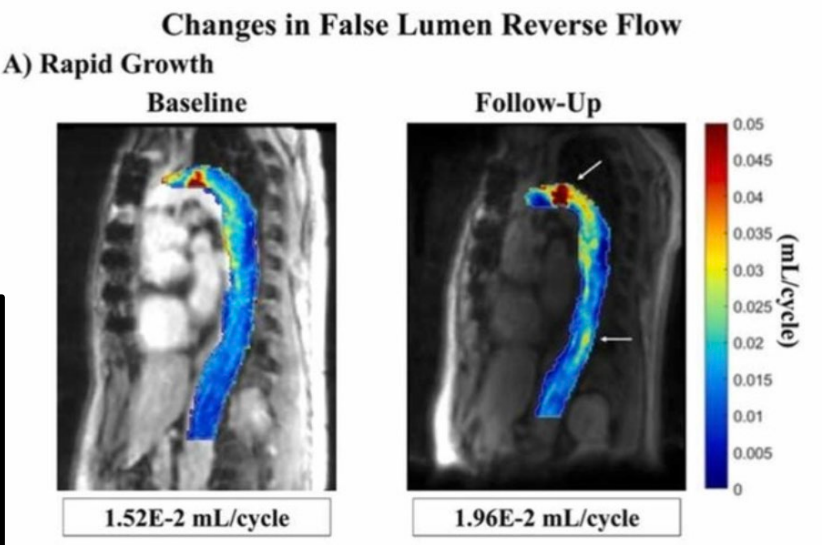


False lumen regurgitation fraction and energy loss in the aorta measured using four-dimensional flow MRI to predict expansion of acute uncomplicated type B aortic dissection: a prospective study
A.P. Bellala^a, J. Valakkada^{a,*}, A. Ayappan^a, S. Kannath^a, P. Shivanesan^{a,b}

Bellala et al. Clin Radiol. 2024

Prédiction de l'évolution aortique:
Fraction régugitante & Perte d'énergie (FL)
> Diamètre aortique initial

Original Research
Interval changes in four-dimensional flow-derived in vivo hemodynamics stratify aortic growth in type B aortic dissection patients
Joshua Engel^{a,*}, Ozden Kilinc^a, Elizabeth Weiss^{a,b}, Justin Baraboo^b, Chris Andrew Hoel^d, S. Chris Malaisrie^c, Michael Markl^{a,b}, Bradley D. Allen^a
Engel et al. 2024 - JCMR



Prédiction de l'évolution aortique:
Flux rétrograde (ΔFL) FL
> Diamètre aortique initial

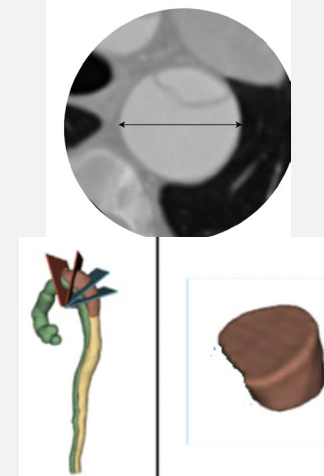
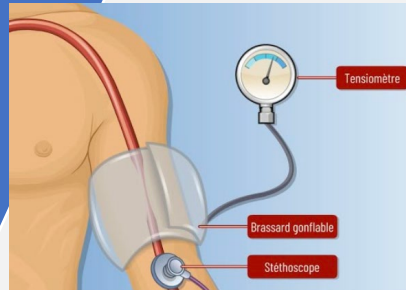
Parameter	Stable dissection (≤3 mm) (mean ± 2 SD)	Enlarging dissection (>3 mm) (mean ± 2 SD)	p-Value (Mann–Whitney U-test)
Peak systolic velocity in the true lumen at entry tear level (cm/s)	109 ± 15	115 ± 39	0.435
Peak systolic velocity in False lumen at entry tear level (cm/s)	48 ± 14	107 ± 54	0.055
False lumen regurgitation fraction (%)	7.6 ± 8.9	64.8 ± 16.7	0.002

4. Place de l'IA: une IA intégrative décisionnelle

Biomarkers

Integrative
AI

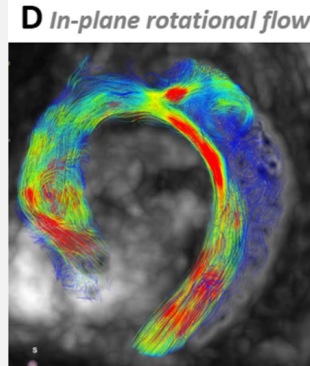
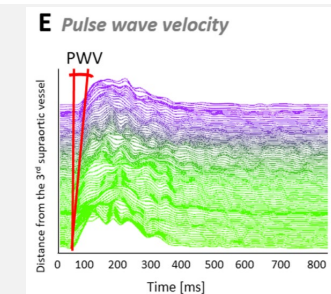
Predictive risk score - Digital Twin



Wall Shear Stress

$$WSS = 2\rho \dot{\epsilon} \cdot n$$
$$\dot{\epsilon}_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right)$$

$i, j: 1, 2, 3$ (orthogonal coordinates)
 v : velocity
 x : spatial dimensions



**FEDER 2024 – ADEPT: Aortic Dissection Evaluation
Prediction from Digital Twin**

**Best treatment for life-threatening aortic
dissection thanks to digital twin**

WEDNESDAY, 13 AUGUST 2025

University of Twente

Funding (ICMUB): 950 000 €

Duration: 2025-2028

Scientific leader ICMUB: Alain LALANDE
(coordinator)

4. Place de l'IA: une IA intégrative décisionnelle

Biomarkers

Integrative
AI

Predictive risk score - Digital Twin

- **Au-delà de la mesure** : intégrer et pondérer l'ensemble des biomarqueurs.
- Vers des **scores de risque prédictifs** pour guider suivi et indication thérapeutique.
- **Objectif** : passer du critère unique (diamètre) à une prise en charge multimodale et personnalisée des dissections

Reproductibilité

→ Standardisation des mesures (diamètre, morphologie).

Obtention des Volumes

→ Rendre possible la volumétrie TL/FL/Thrombus, infaisable manuellement.

Obtention de nouveaux biomarqueurs pronostiques

→ Ex: FL_{Loc} : marqueur de risque > diamètre.

Modélisation intégrative

→ Transformer le « déluge de données » en scores pronostiques AI-based.

Suivi des dissections: quelle place pour l'IA?

Dr. Axel Bartoli

Arnaud Maurin, Pierre Antoine Barral, Alexis Jacquier

Service de radiologie – CHU Timone (AP-HM)



SRES 2025

11-12 septembre 2025



amU Faculté des sciences
médicales et paramédicales
Aix Marseille Université