

Intelligence artificielle / Dispositifs médicaux numérique Retour d'expérience dans un CHU

Josselin Duchateau
CHU de Bordeaux & IHU Liryc



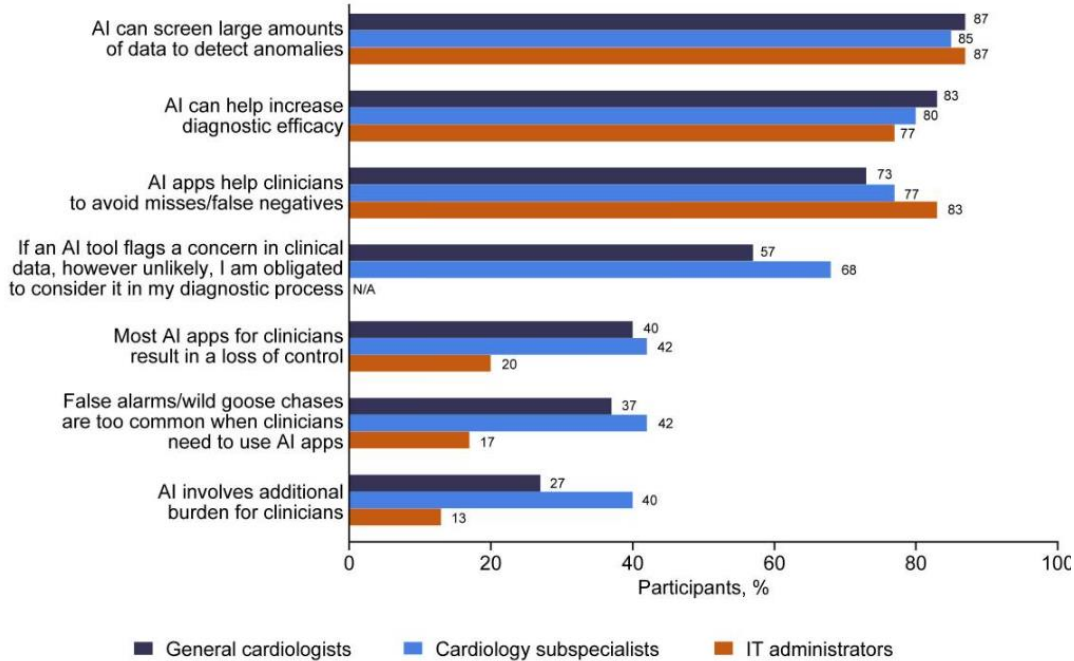
- Co-fondateur et CMO de



L'IA en Cardiologie

On y croit et on y travaille

Proportions of participants who strongly or somewhat agree with the statements below about AI use to support cardiology practice



Schepart *et al.* Cardiovasc Digital Health 2023

PubMed®

artificial intelligence cardiology

Search

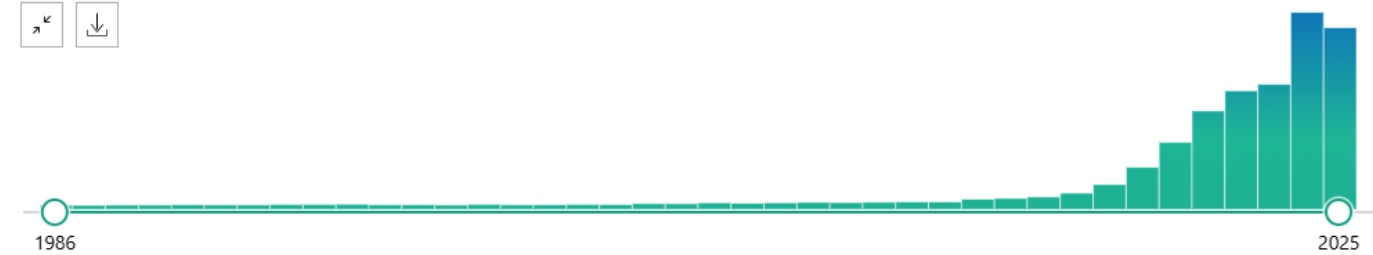
Advanced Create alert Create RSS

User Guide

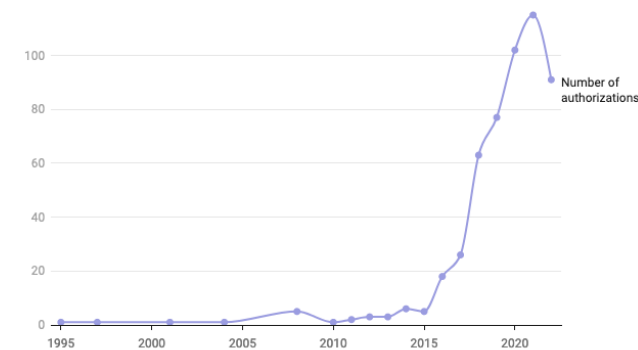
RESULTS BY YEAR

6,968 results

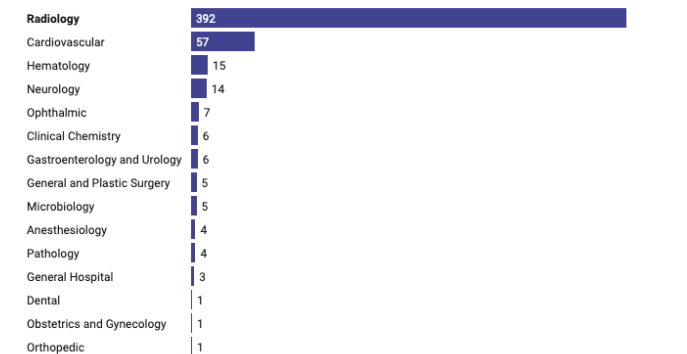
Page 1 of 697



Number of approvals and clearances by the Food and Drug Administration per year.



Number of devices by FDA panel, 1995-2022.



Encord blog, FDA data 2024

Un usage réel de l'IA décorrélé des attentes

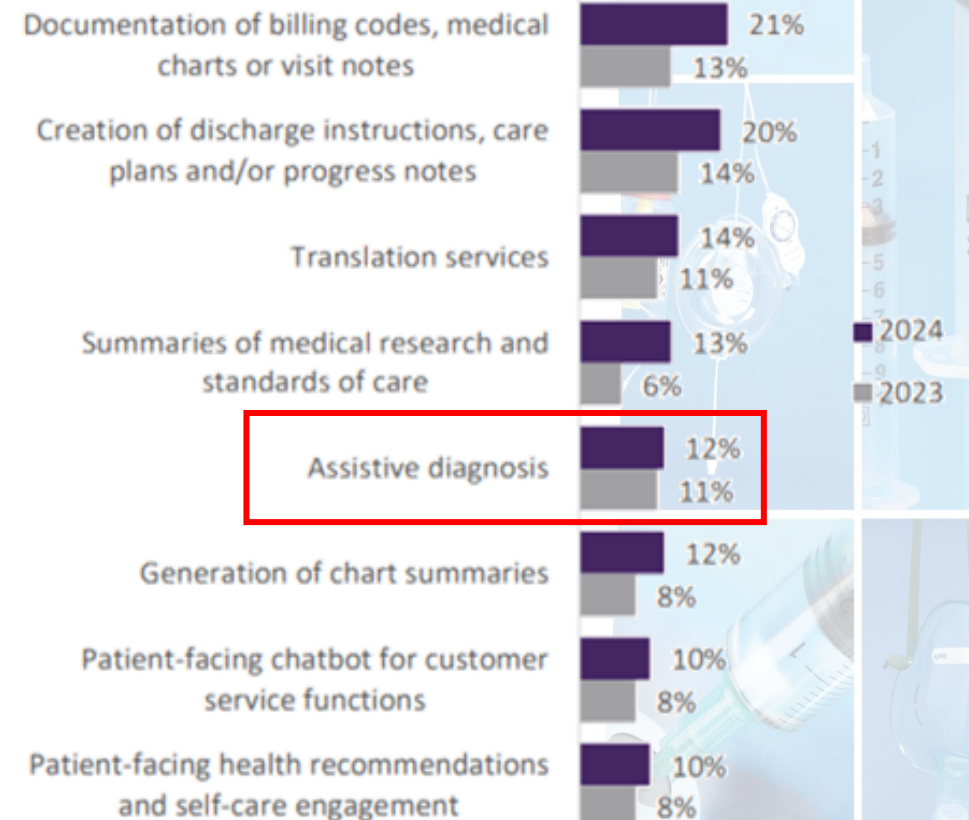
Données US – usage médical de l'IA

Rapid increase in AI users



Percent of respondents stating they currently use at least one of the 15 AI use cases presented

Top use cases gain users



Enquête sur l'usage de l'IA en pratique médicale. *American Medical Association. 2025*

Pourquoi ce delta?

- Challenges identifiés par les cardiologues :
 - Défauts de **communication** autour des outils d'IA existants
 - Problèmes d'intégration aux **habitudes de travail** habituelles
 - Contraintes **budgétaires**
 - Problèmes **d'interopérabilité** avec les systèmes d'information hospitaliers
 - Problèmes de **confiance** dans les outils d'intelligence artificielle
- Obstacles supplémentaires :
 - Certification des outils d'IA difficile (marquage CE / FDA long)
 - Aspects économiques : modèle économique difficile, actuellement **aucun outil d'IA remboursé** par la sécurité sociale
 - Aspects éthiques :
 - Confidentialité des données médicales transférées
 - Inégalité d'accès
 - Explicabilité et déshumanisation des prises de décision





Digital prediction and management of *cardioembolic stroke*



La prédiction du risque par IA : La promesse d'un changement de paradigme

l'AVC
dans le monde



26 M
victimes/an
6 M
décès

1000 Md\$
impact
économique
attendu
en 2030



accidents ischémiques
Cardio-emboliques



20-30%
des AVC
ischémiques

40%
plus coûteux
que les autres AVC

35^E Journées Nationales de Formation sur les Dispositifs Médicaux

une
Stratégie de prévention
inefficace

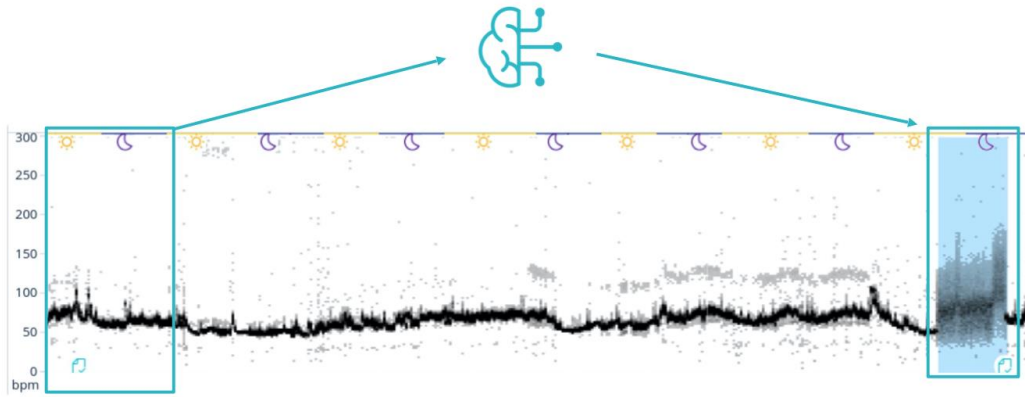
Prévention primaire :
centrée sur la **fibrillation atriale**,
néglige les autres causes
alors que les **anticoagulant**
réduisent le risque de **70%**

La stratification du risque
basée sur le
CHA₂DS₂-VASC
est médiocre
C-statistique ≈ 0.65

Prévention secondaire
Dépendante d'un **diagnostic**
étiologique difficile à établir en post-
AVC immédiat



La prédiction du risque par IA : La promesse d'un changement de paradigme

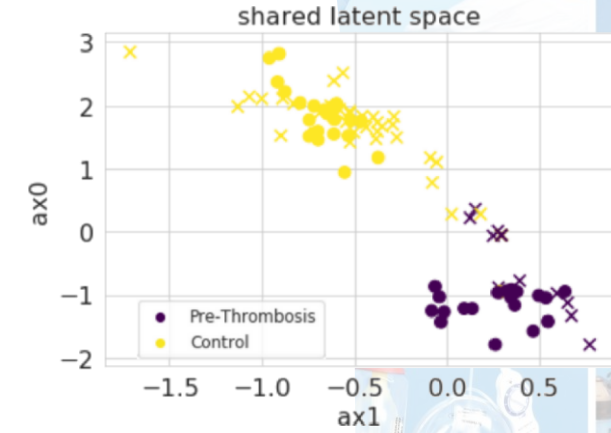
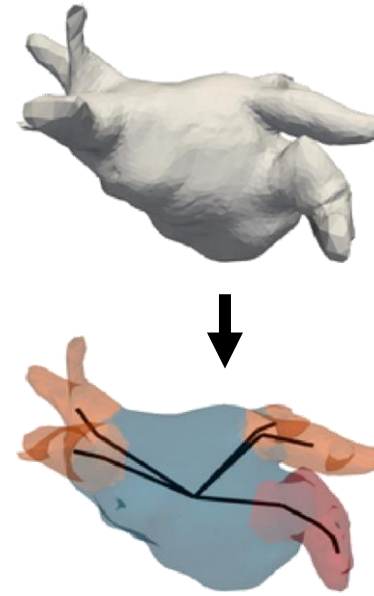


Cardiologs®
AI Serving Cardiology

Prédiction de la **FA** incidente
sur Holter ECG

J. Singh *et al.*

European Heart Journal Digital Health 2022



Epione
e-patient / e-medicine

liryc
L'institut des maladies du rythme cardiaque

Prédiction de **thrombus auriculaire**
sur la géométrie de l'oreillette gauche

J. Harrison *et al.*

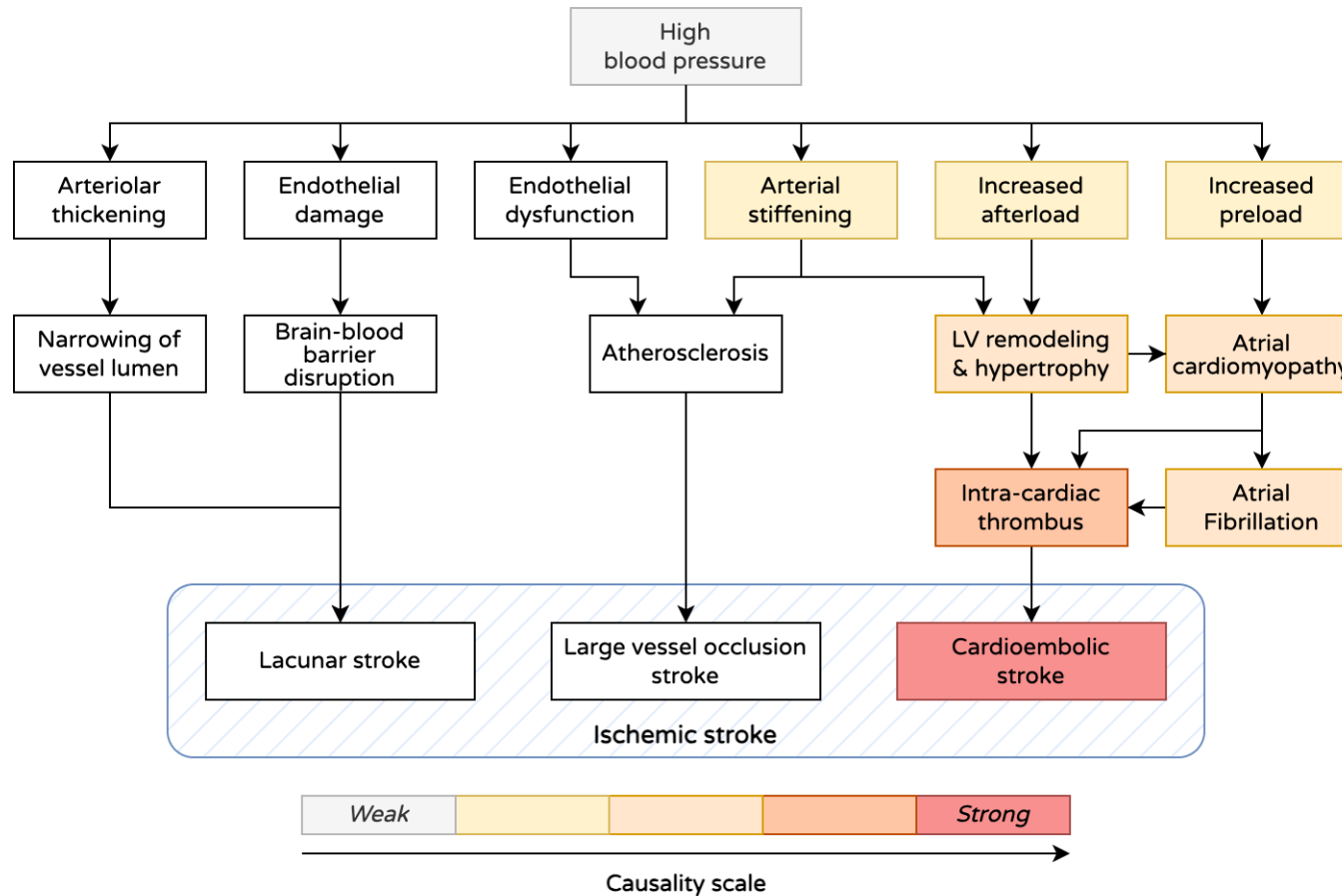
Lecture Notes in Computer Science 2021



L'intelligence artificielle appliquée à l'ECG et au scanner thoracique

Peut prédire des situations cliniques causalement liées à l'AVC cardio-embolique
Transfert d'apprentissage pour prédire les AVC

Des modèles intermédiaires pour une modèle final explicable et spécifique des événements cardio emboliques



Phénotypage précis des AVC dans les cohortes prospectives
Aussi précis que possible dans les cohortes rétrospectives

- Cohortes des UNV de Bordeaux, Dijon & Amsterdam
- Algorithme sur données SNDS / Health Statistics Denmark

Le diagnostic étiologique des AVC ischémiques est **difficile à établir** (20 à 40% des cas sont cryptogénique, non-déterminés ou incertains)

Seuls les victimes d'AVC cardio-emboliques bénéficient d'un traitement **anticoagulant**

Les modèles intermédiaires **ciblés sur les causes cardio-emboliques** permettent de construire un modèle final spécifique de cette étiologie

Avantages pour l'apprentissage:

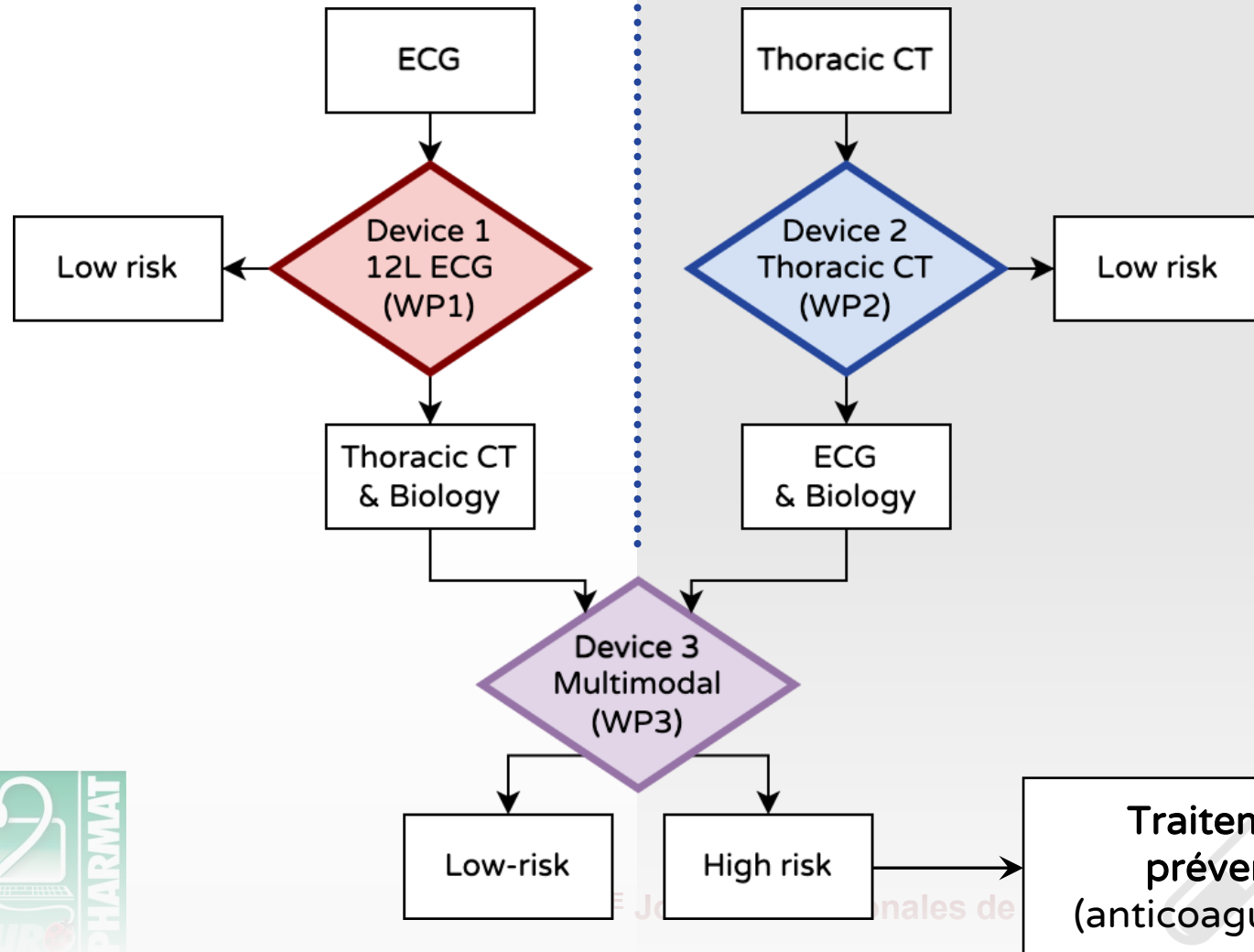
- **Apprentissage plus efficace** (modèles intermédiaires sur données plus disponibles)
- **Modèles explicables/interprétables.** Meilleure **acceptabilité** des outils produits

Trois filières cliniques, Avec quatre dispositifs médicaux principaux

PRÉVENTION PRIMAIRE

FC1

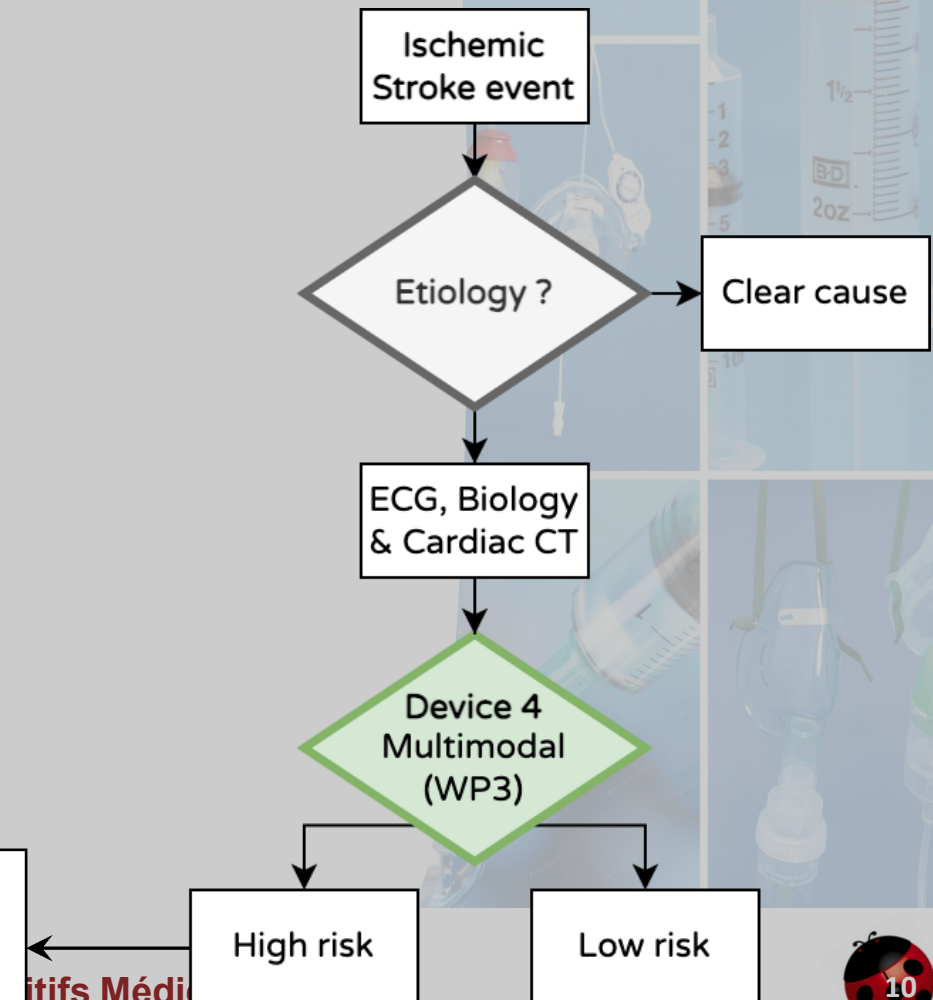
Dépistage ECG de repos



PRÉVENTION SECONDAIRE

FC3

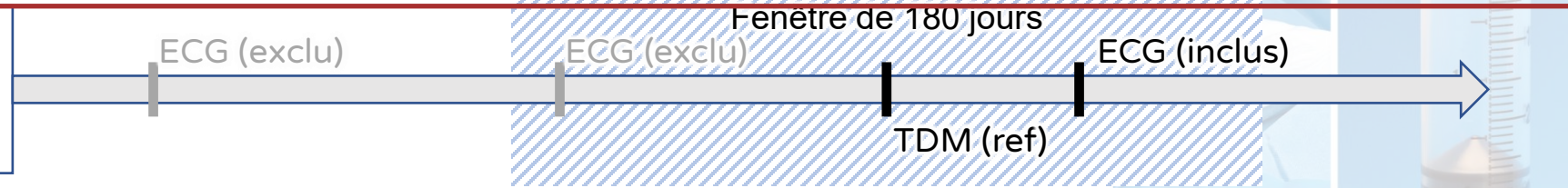
Après AVC ischémique



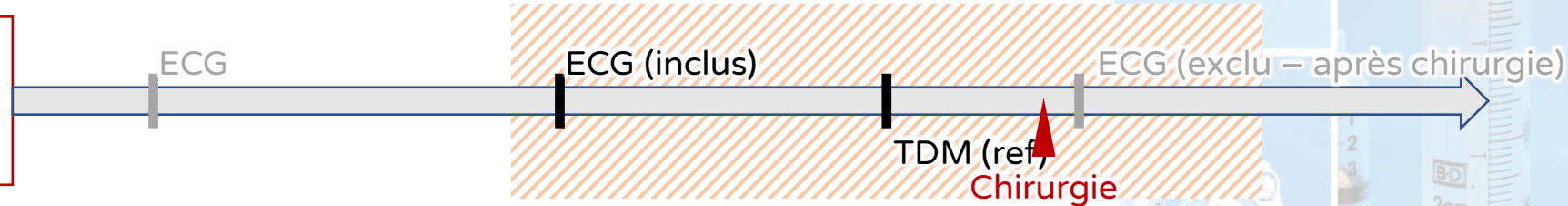
Gestion des changements potentiels des données cliniques au cours du temps

COUPLES D'EXAMENS

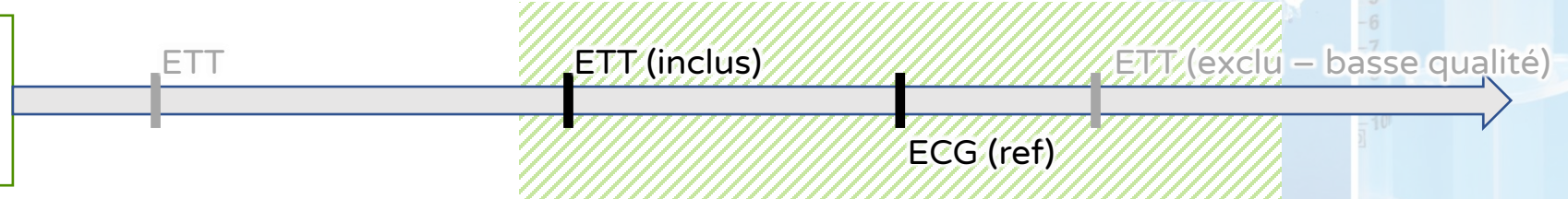
Proximité temporelle
< 90 jours entre des couples d'examens analysés



Stabilité de la maladie
Stabilité de l'état de santé du patient avant l'AVC
(Annotation des dossiers)

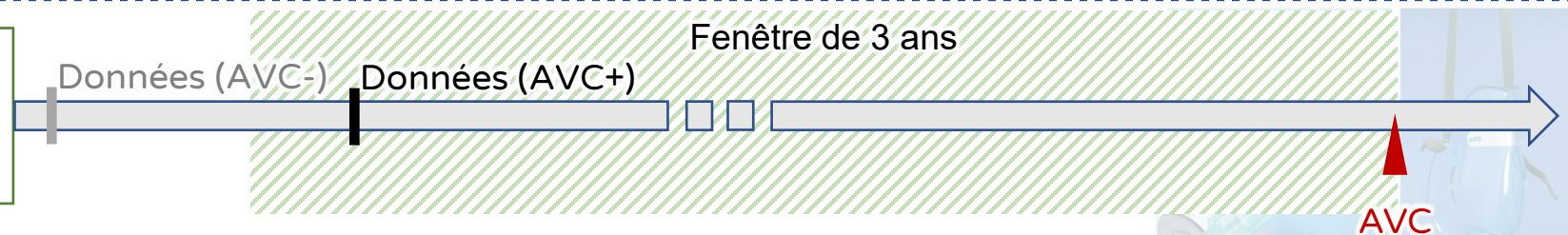


Qualité des données
Relecture experte des examens
(ETT / cartographie)



RISQUE D'AVC

Relation avec l'AVC
AVC dans les 3 ans de l'évaluation du risque



Algorithmes *point of care* : applicables immédiatement après évaluation du patient

Modèles statiques, les changements au cours du temps des entrées sur négligés

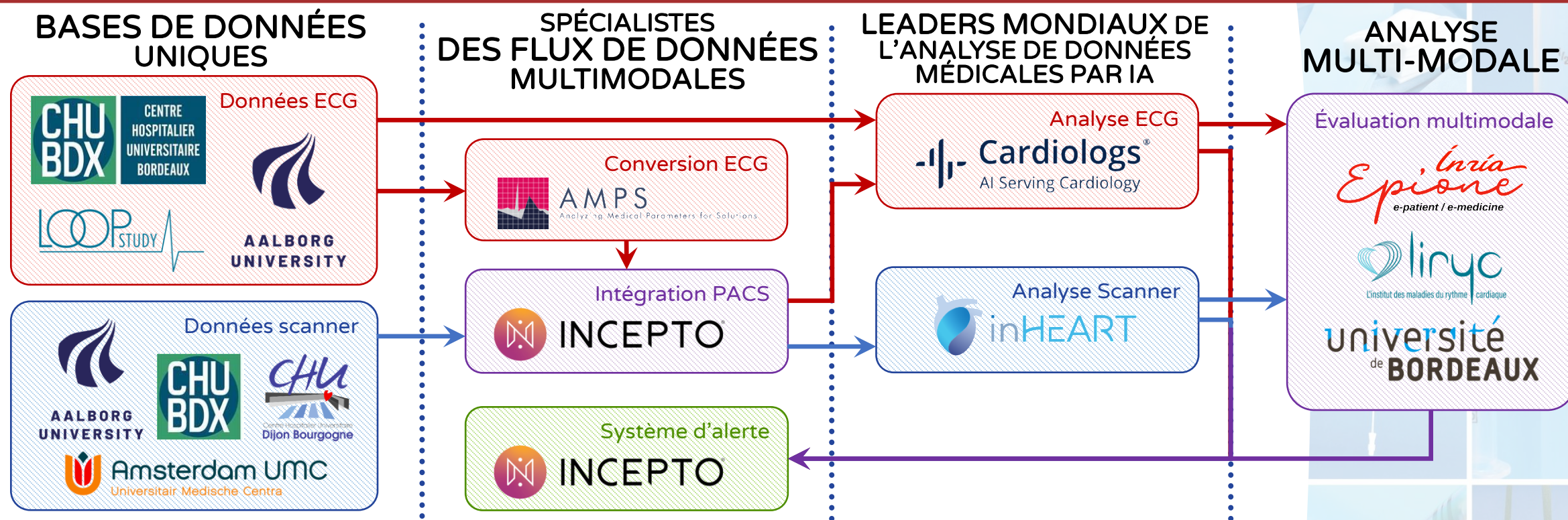
Applicables dans notre situation de **dépistage opportuniste**

Prérequis indispensable avant de proposer des modèles plus complexes

Base de données permettant ces projets dans le futur

35^E Journées Nationales de Formation sur les Dispositifs Médicaux

Un consortium sur mesure, dans environnement de recherche exceptionnel



Expertise
multi-disciplinaire
cœur & cerveau ►



IHU VBHI

PRECISION & GLOBAL VASCULAR BRAIN
HEALTH INSTITUTE



**BORDEAUX
POPULATION
HEALTH** | Research
Center - U1219

◀ Spécialistes de
l'analyse de données
multimodales

Environnement de
recherche clinique
performant ►

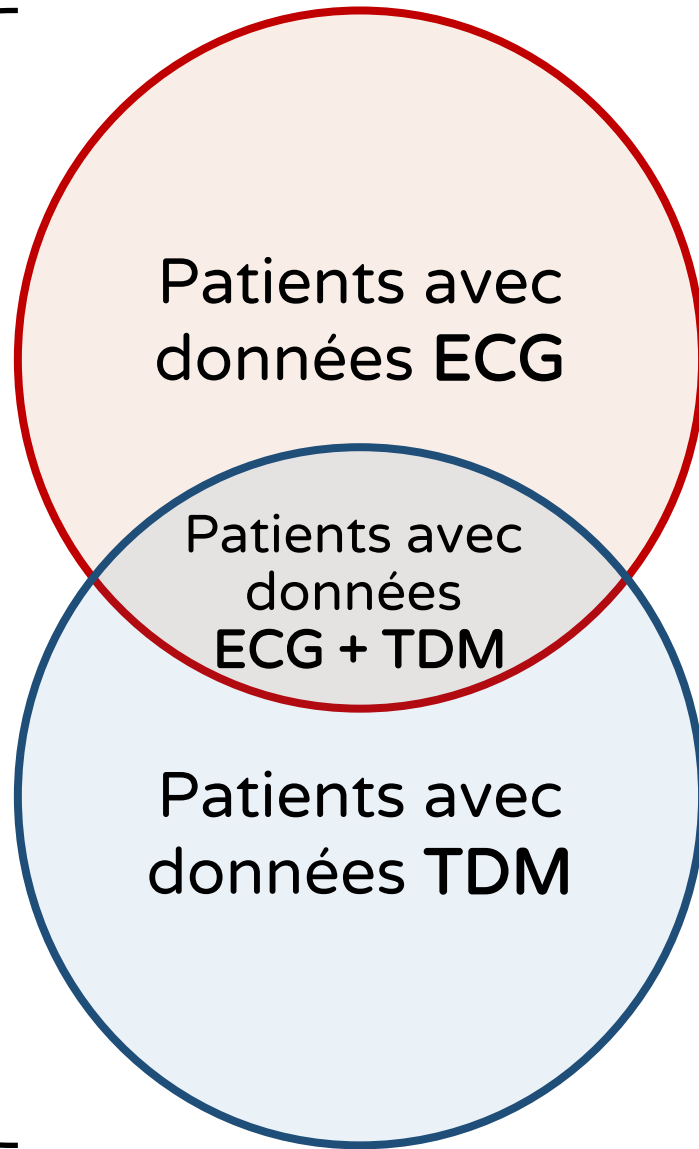


Des données complémentaires, représentatives des populations cibles

	BDD	Type de données	Population	Taille échantillon	Données AVC	Objectifs
DM 1: ECG	 CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE BORDEAUX	ECG, couples ECG + TDM/ETT/EAM/Biologie	Hospitalière, surtout cardiologique	> 300 000 ECG > 40 000 ECG/ETT > 6 000 ECG/TDM cœur	Phénotypage qualité intermédiaire	Apprentissage
		ECG, couples ECG/TDM	Tous les patients Danois	>14 000 000 ECG	Phénotypage basse qualité	Validation externe
	Cohorte prospective 1	ECG	Population cible (Filière clinique 1)	36 000 ECG	Phénotypage haute qualité	Validation prospective
DM 2: TDM	 CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE BORDEAUX	TDM cœur, TDM thorax, Couples TDM cœur/thorax	Hospitalière, surtout cardiologique	TDM cœur > 10 000 TDM thorax > 150 000	Phénotypage qualité intermédiaire	Apprentissage
		TDM cœur post AVC	Hospitalière, UNV	TDM cœur > 1 000	Phénotypage haute qualité	Apprentissage
		Cardiac CT	Tous les patients Danois (surtout hôpitaux)	TDM cœur > 50 000	Phénotypage basse qualité	Validation externe
	Cohorte prospective 2	CT	Population cible (Filière clinique 2)	TDM thorax > 27 000	Phénotypage haute qualité	Validation prospective
DM 3/4: Multi	 CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE BORDEAUX	Couples ECG/TDM thorax	Hospitalière, surtout cardiologique	Couples > 10 000	Phénotypage qualité intermédiaire	Apprentissage
		Couples ECG/TDM cœur	Hospitalière, UNV	Couples > 500	Phénotypage haute qualité	Validation externe
		Couples ECG/TDM cœur	Tous les patients Danois (surtout hôpitaux)	Couples >30 000	Phénotypage basse qualité	Validation externe
	Cohortes 1&2	TDM thorax, ECG	Population cible (Filières cliniques 1&2)	Couples >5 000	Phénotypage haute qualité	Validation prospective
	Cohorte prospective 3	TDM cœur, ECG	Population cible (Filière clinique 3)	Couples >1 800	Phénotypage haute qualité	Validation prospective

Challenge de la multi-modalité en rétrospectif : Apprentissage sur données incomplètes

BASES DE DONNÉES RÉTROSPECTIVES



WP3.2 Développements méthodologiques

- Construction d'algorithmes de prédiction à partir de données incomplètes.
- Formulation d'un méta-modèle de prédiction d'AVC cardio-embolique à partir des inférences des modèles intermédiaires

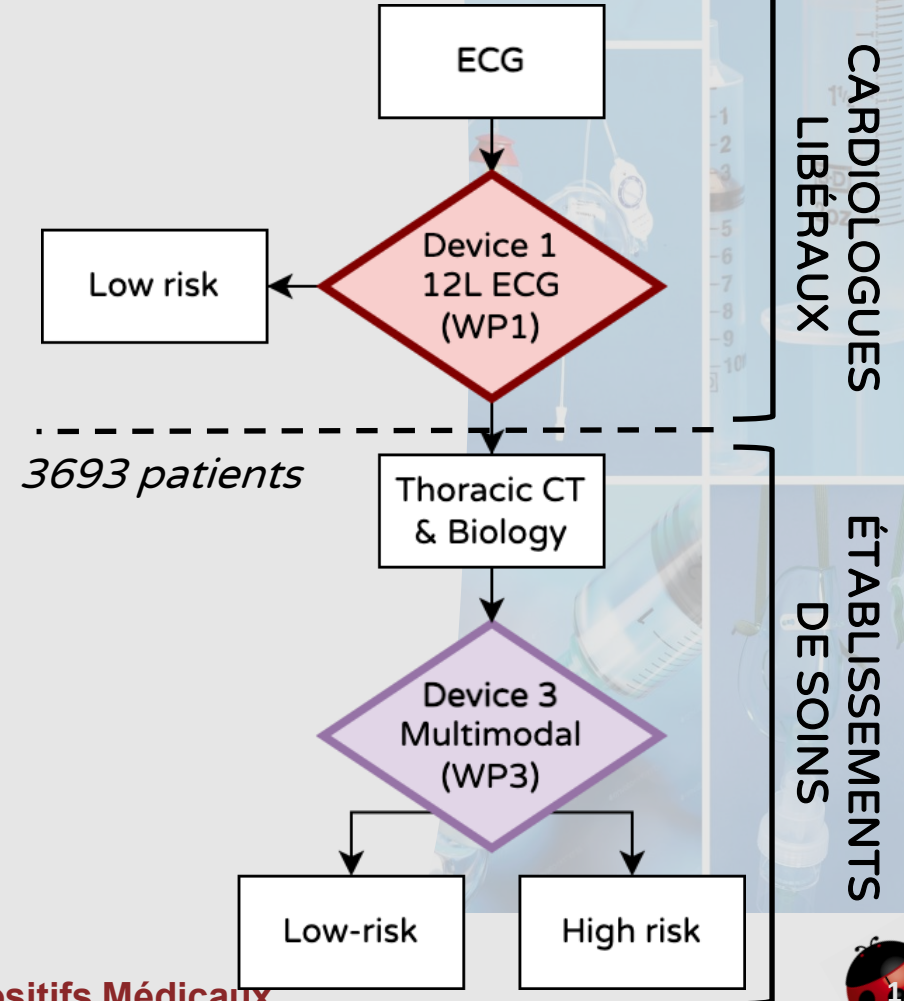
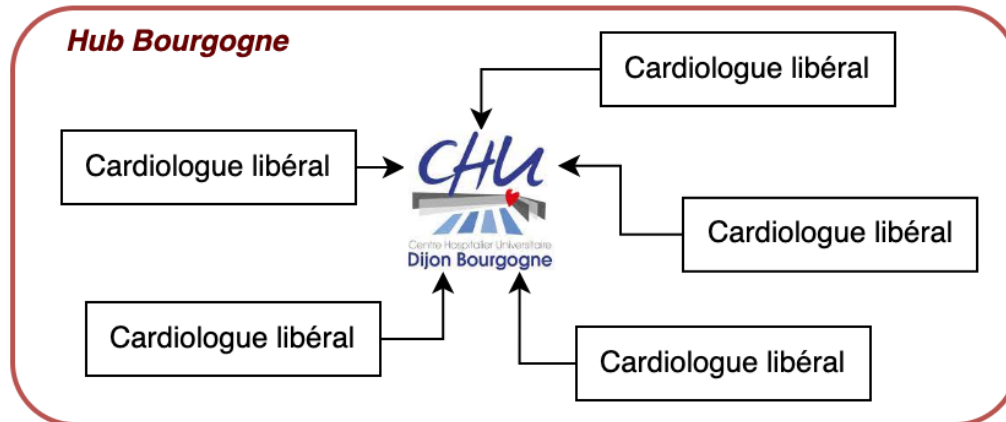
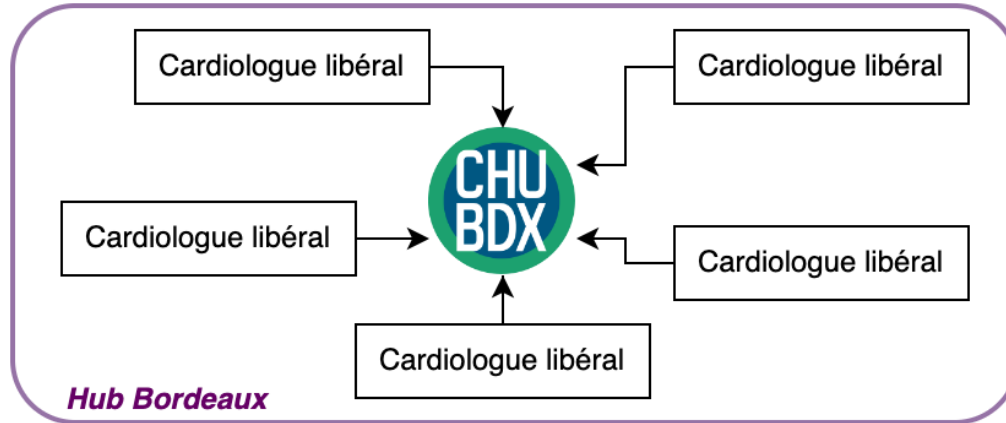
WP3.3 Modèle de prédiction d'AVC construit à partir des données rétrospectives (prévention primaire)

WP3.4 Modèle de prédiction d'AVC construit à partir des données rétrospectives (post-AVC)

- Méta modèles spécifiques de ces deux filières
- Développement (données CHU de Bordeaux et CHU de Dijon) et validation externe (données Aalborg et Amsterdam)

Trois cohortes prospectives robustes représentatives des filières cliniques visées

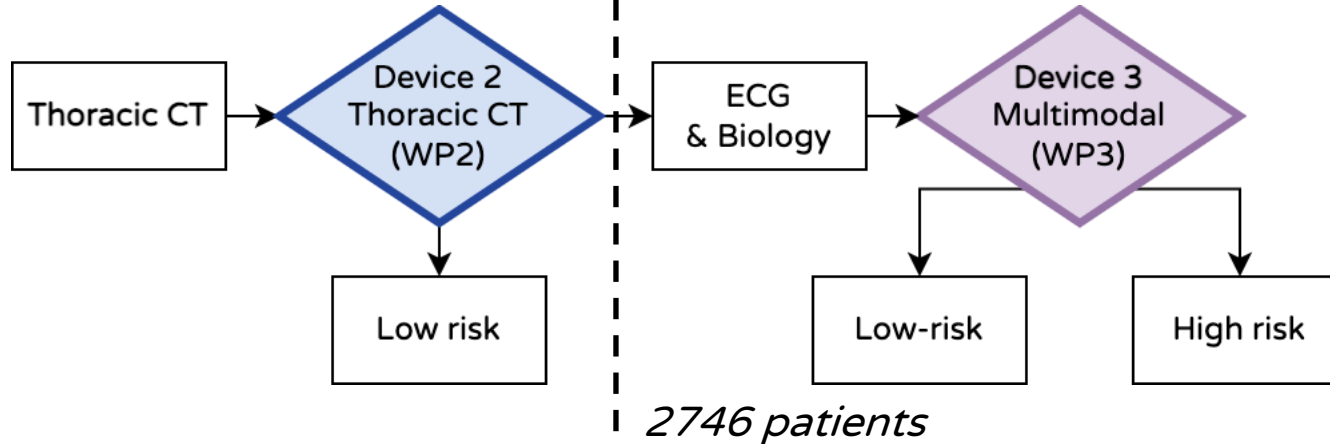
WP 3.5 FC1 Dépistage ECG de repos



Structuration en réseau :
1 établissement = 1 hub — 10 cardiologues/hub — ≥ 5 hubs en France

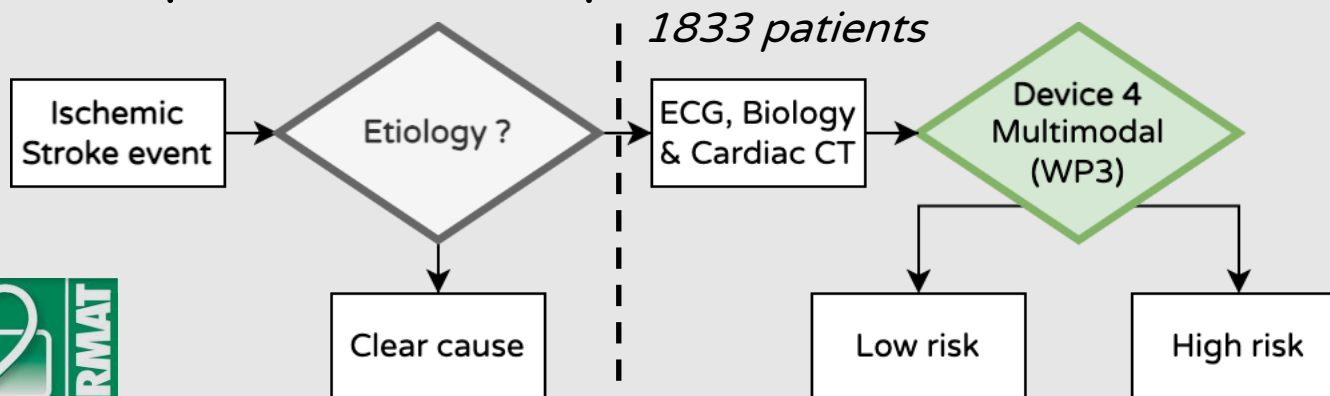
Trois cohortes prospectives robustes représentatives des filières cliniques visées

WP 3.6 FC2 Dépistage TDM thoracique



- Inclusion dans les centres *Hubs* du WP 3.5
- Dépistage **opportuniste**, scanners thoraciques réalisés pour n'importe quel motif
- Convocation pour ECG et suivi si risque > 5%

WP 3.7 FC3 Après AVC ischémique



- Inclusion dans des centres avec UNV et scanner cardiaque disponible en post-AVC
- Stratification du risque de récurrence en post-AVC immédiat
- Suivi et traitement selon l'état de l'art

- L'IA en cardiologie offre de **belles opportunités** qui nous permettent d'espérer des améliorations importantes des soins médicaux et de la santé de nos populations
 - Meilleure **accessibilité** et réduction des **coûts**
 - Nouveaux outils de **diagnostic**, de classification **pronostique**
 - Médecine **personnalisée**
 - **Dépistage** de masse et **prévention ++**
 - Opportunités en **recherche plus fondamentale** (drug design, etc.)
- Recherche médicale **très active**, nombreux **prototypes**
- Mais freins à **l'implémentation** concrète :
 - **Techniques** (Interopérabilité)
 - **Economiques** (Modèle économique, remboursement)
 - **Ethiques** (Mésusage, confidentialité, explicabilité)
 - **Professionnels** (Méfiance, formation)
 - **Réglementaires/juridiques**

