

## Colloque Sciences numériques et Intelligence Artificielle pour la Santé à Aix-Marseille Université

# Analyse Multivariée pour le Diagnostic de l'Arythmie Cardiaque

Les 25 et 26 Novembre 2021

Réalisé par :

Mustapha OULADSINE

Stéphane DELLIAUX

Youssef TRARDI

# Arythmies cardiaques

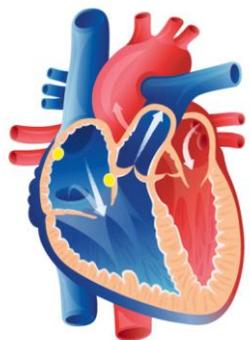
Rythme cardiaque normal vs. rythme cardiaque anormal

- Rythme cardiaque trop rapide (**tachycardie**)
- Rythme cardiaque trop lent (**bradycardie**)
- Rythme cardiaque irrégulier (**arythmie**)

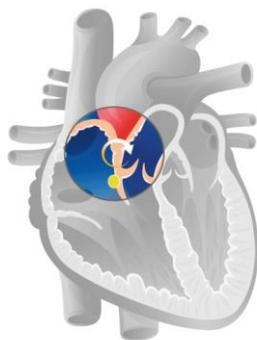
Rythme sinusal	Arythmie auriculaire	Arythmie jonctionnelle	Arythmie ventriculaire
Rythme sinusal normal	Tachycardie supraventriculaire	Tachycardie jonctionnelle	Tachycardie ventriculaire
Bradycardie sinusale	Flutter auriculaire	Rythme d'échappement	Fibrillation ventriculaire
Tachycardie sinusale	Fibrillation auriculaire	Extrasystoles jonctionnelles	
Arythmie sinusale			

# Principales formes d'arythmies cardiaques

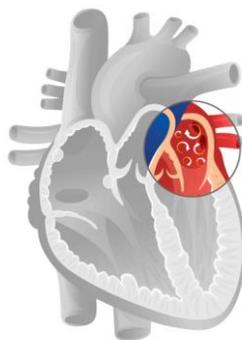
Rythme sinusal  
normal



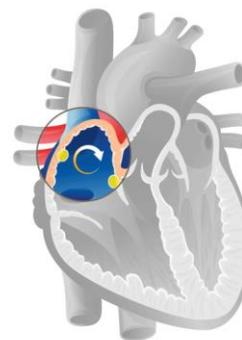
Tachycardie  
supraventriculaire



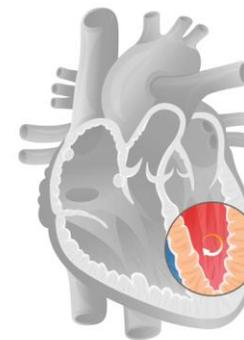
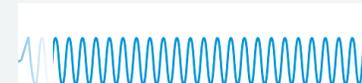
Fibrillation  
auriculaire



Flutter  
auriculaire



Tachycardie  
ventriculaire

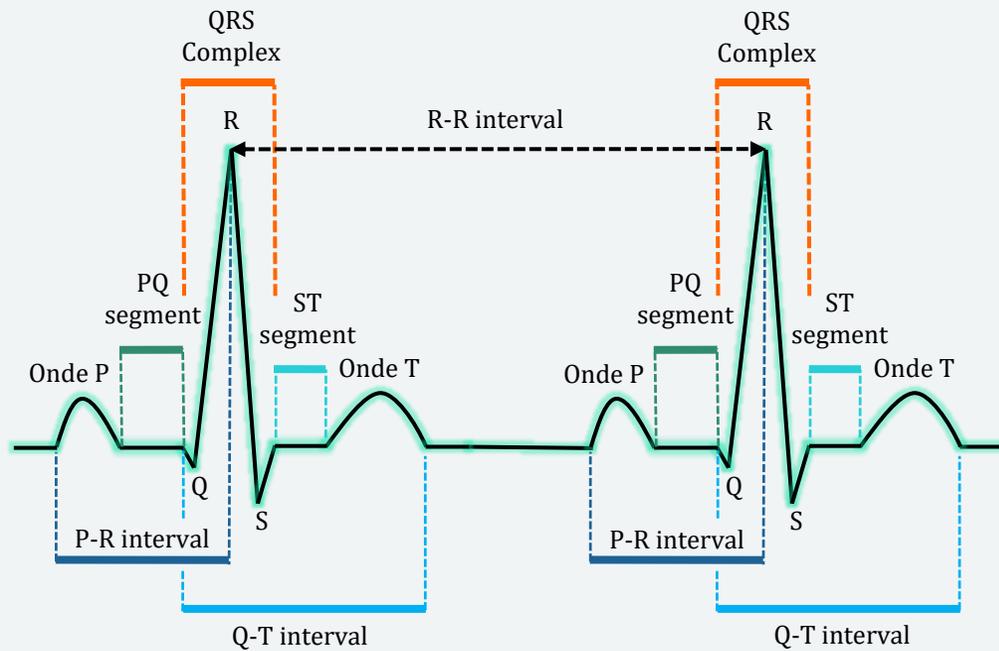


Fibrillation  
ventriculaire

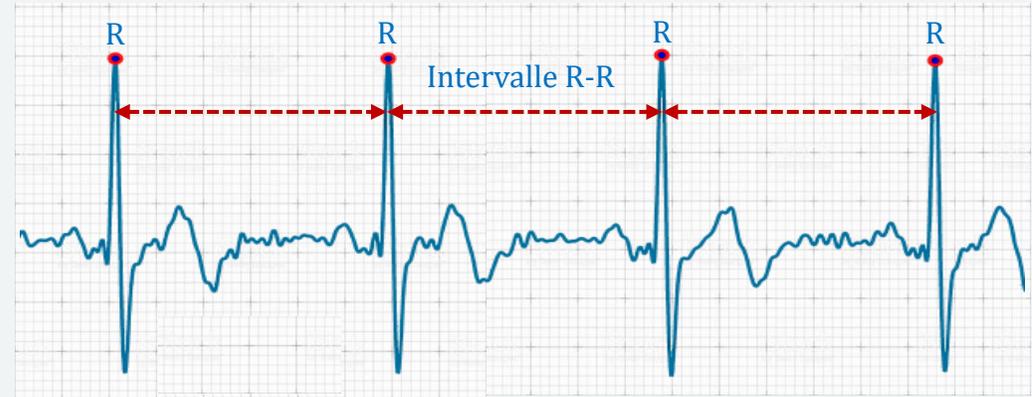


# Rythme cardiaque : R-R régulier & R-R irrégulier

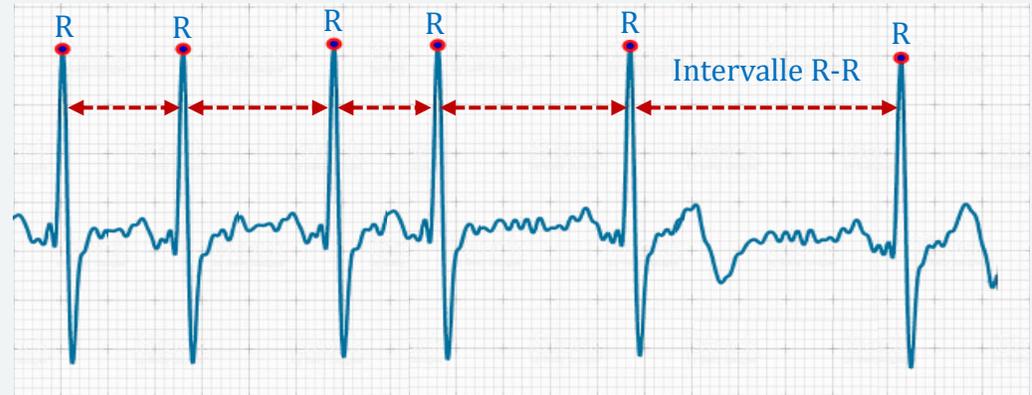
Tracé d'un ECG normal



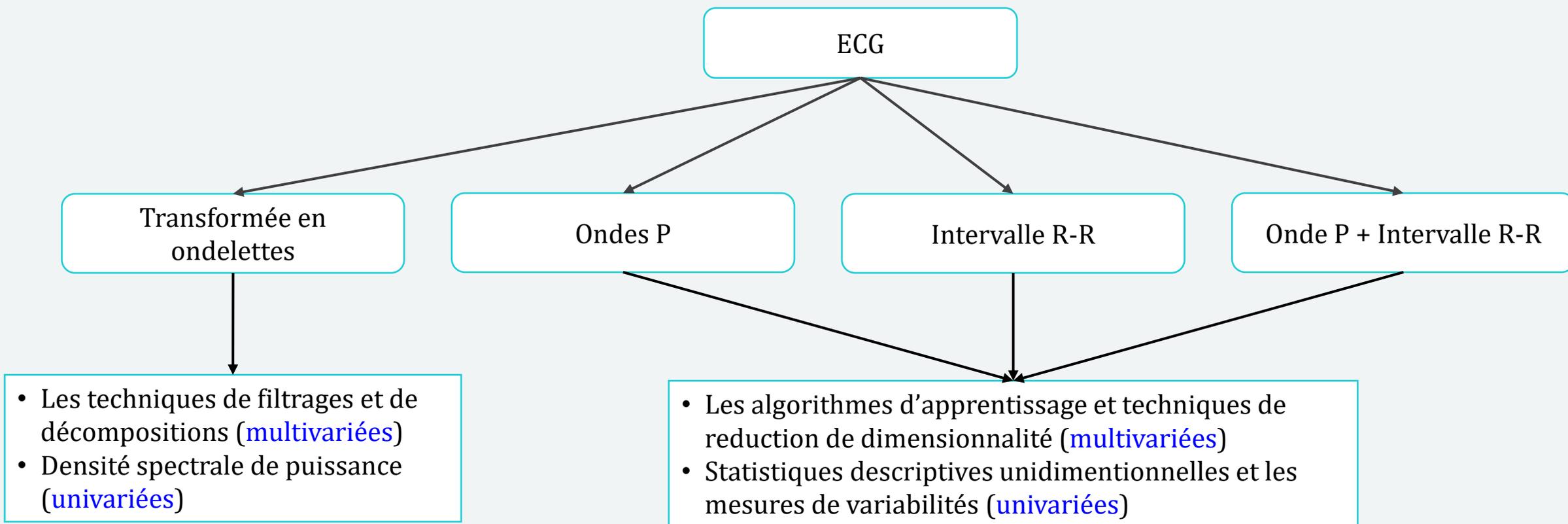
Rythme cardiaque **régulier**



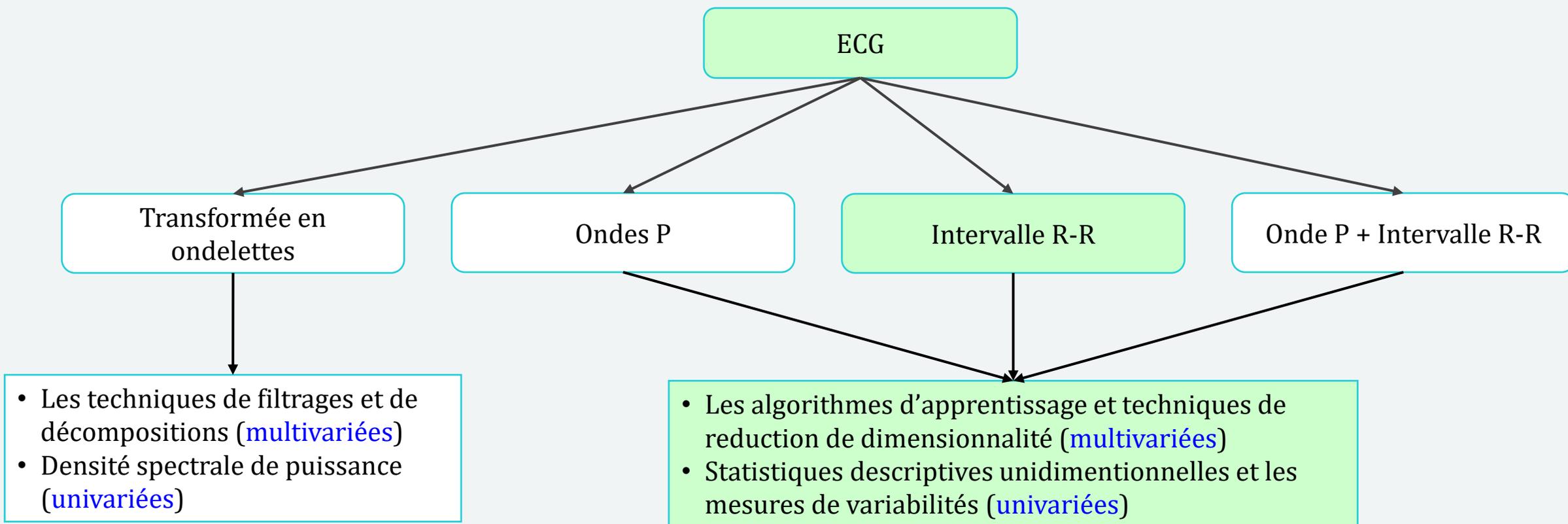
Rythme cardiaque **irrégulier**



# Méthodes de diagnostic de l'arythmie cardiaque

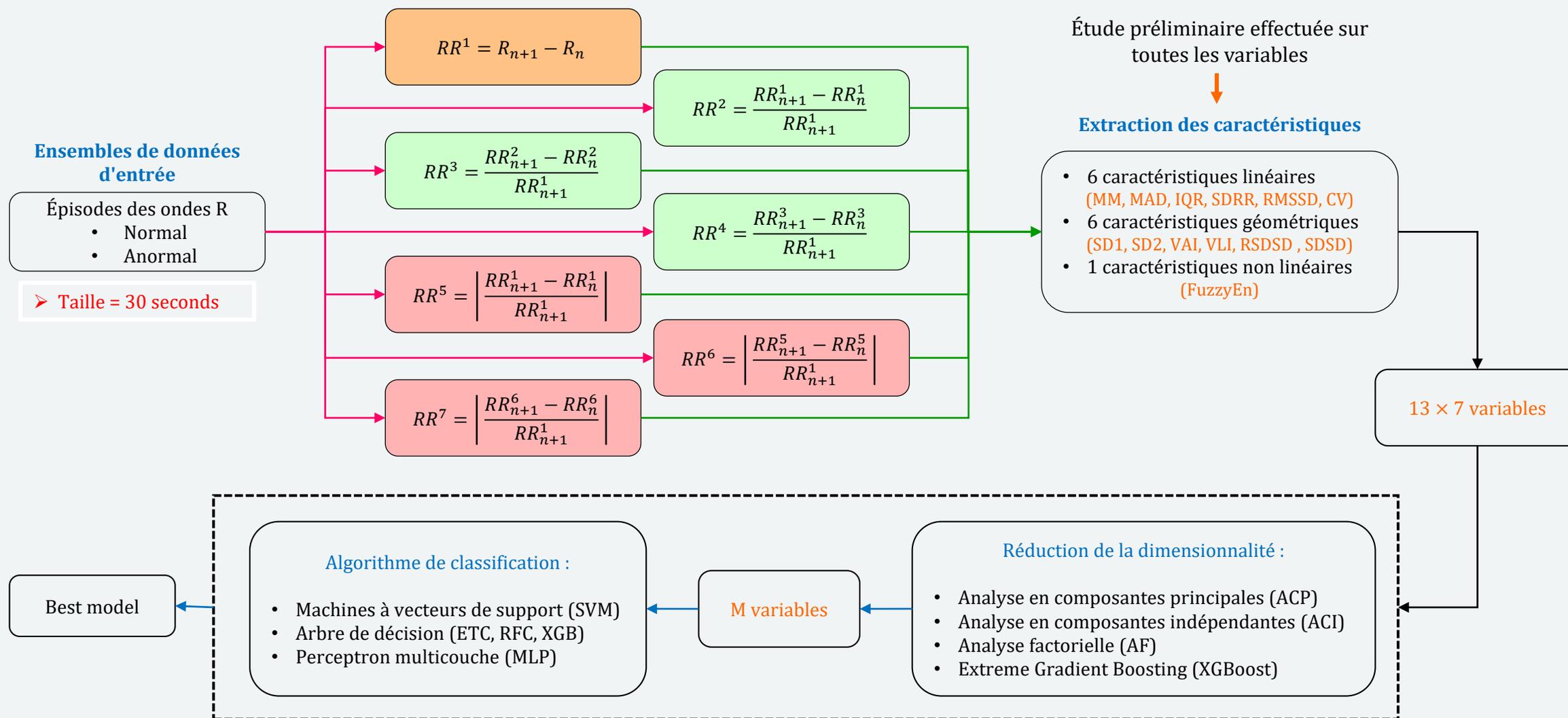


# Méthodes de diagnostic de l'arythmie cardiaque



**Les travaux présentés dans cette synthèse s'inscrivent dans le cadre des méthodes multivariées pour le diagnostic de l'arythmie, en se basant sur les séries chronologiques d'intervalle RR**

# Modèle de prise de décision

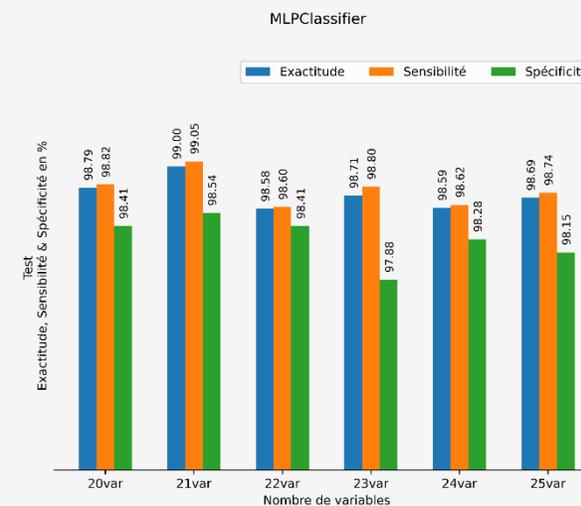
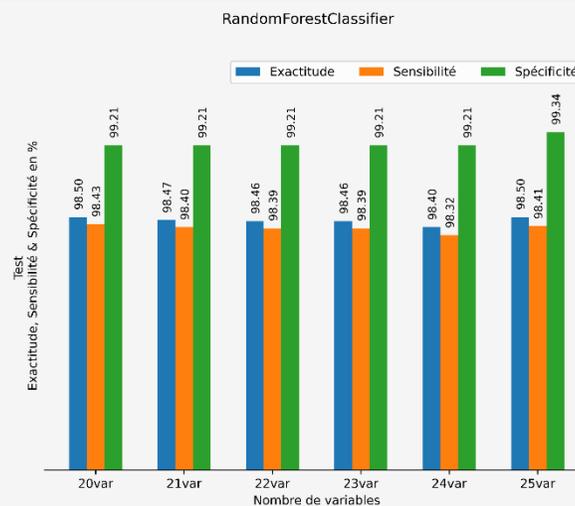
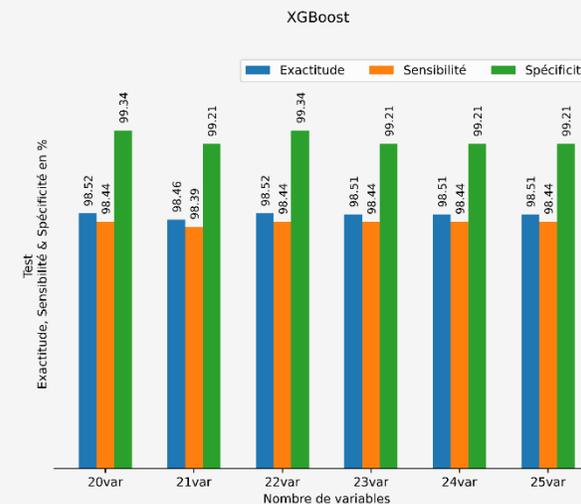
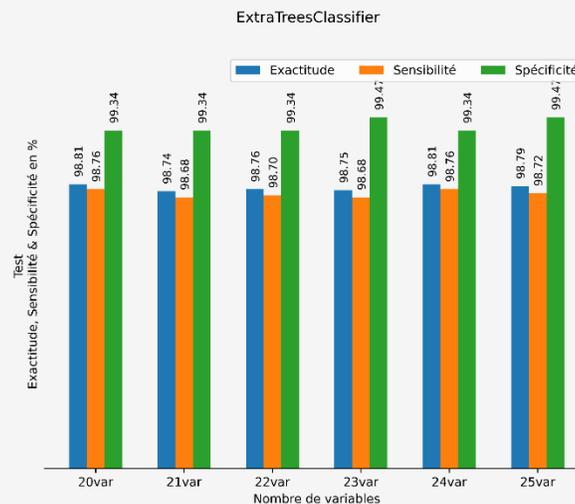
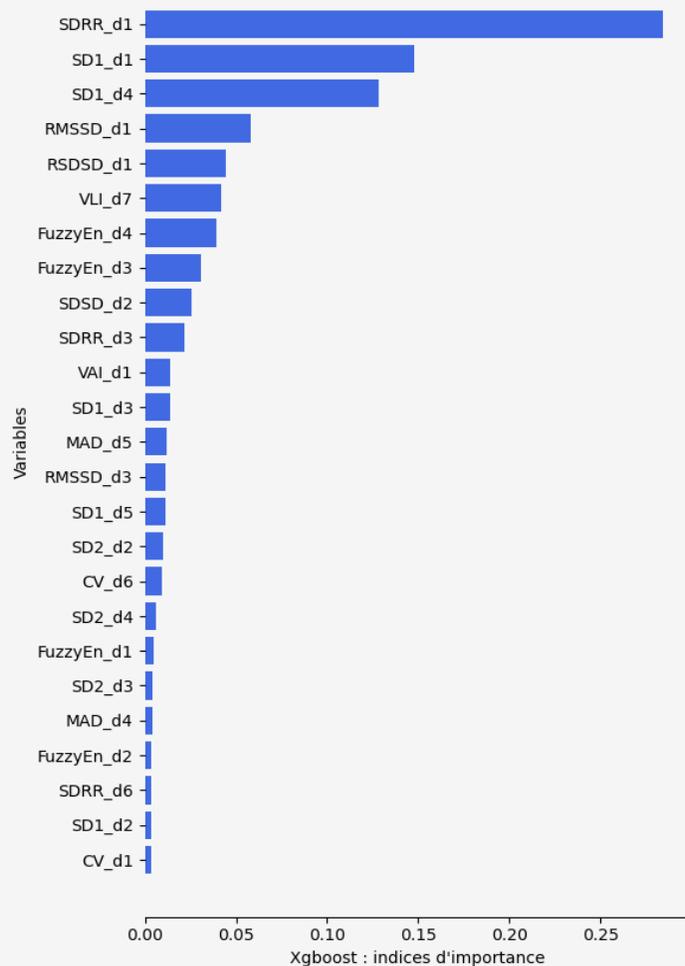


# Cible 1 : RSN Vs. Arythmies

- Rythme Sinusal Normal (RSN) avec battements ectopiques
- Arythmie auriculaire & Arythmies ventriculaires

Rythme sinusal	Arythmie auriculaire	Arythmie jonctionnelle	Arythmie ventriculaire
Rythme sinusal normal	Tachycardie supraventriculaire	Tachycardie jonctionnelle	Tachycardie ventriculaire
Bradycardie sinusale	Flutter auriculaire	Rythme d'échappement	Fibrillation ventriculaire
Tachycardie sinusale	Fibrillation auriculaire	Extrasystoles jonctionnelles	
Arythmie sinusale			

# Sélection de variables et Optimisation



# RSN Vs. Arythmies : Résultats M.1

## Interface graphique d'automatisation des tests :

- Modèle « MLP Classifier »
- Technique XGBoost
- 21 variables

	Exactitude	Spécificité	Sensibilité
Validation	99,22%	99,11%	99,33%
Test	99,00%	98,54%	99,05%

	Arythmies		RSN	
	TN	FP	FN	TP
Validation	446	4	3	447
Test	745	11	72	7487

Tableau récapitulatif des résultats de la base de données de tests en fonction des arythmies

Classes	Exactitude	TN	FP	Taille
FA	100%	341	0	341
AB (Atrial Bigeminy)	100%	1	0	1
AFL (Atrial Flutter)	100%	13	0	13
SBR (Sinus Bradycardia)	100%	11	0	11
V (Ventricular)	94,64	53	3	56
Autres	97,60	326	8	334
		745	15	756

# RSN Vs. Arythmies : Résultats M.2

## Modèle HOLTER :

- Modèle « MLP Classifier »
- Technique XGBoost
- 10 variables

	Exactitude	Spécificité	Sensibilité
Validation	98,67%	98,00%	99,33%
Test	98,93%	97,35%	99,09%

	Arythmies		RSN	
	TN	FP	FN	TP
Validation	441	9	3	447
Test	736	20	69	7490

Tableau récapitulatif des résultats de la base de données de tests en fonction des arythmies

Classes	Exactitude	TN	FP	Taille
FA	98,53%	336	5	341
AB (Atrial Bigeminy)	100%	1	0	1
AFL (Atrial Flutter)	92,31%	12	1	13
SBR (Sinus Bradycardia)	100%	11	0	11
V (Ventricular)	94,64%	53	3	56
Autres	96,71%	323	11	334
		736	20	756

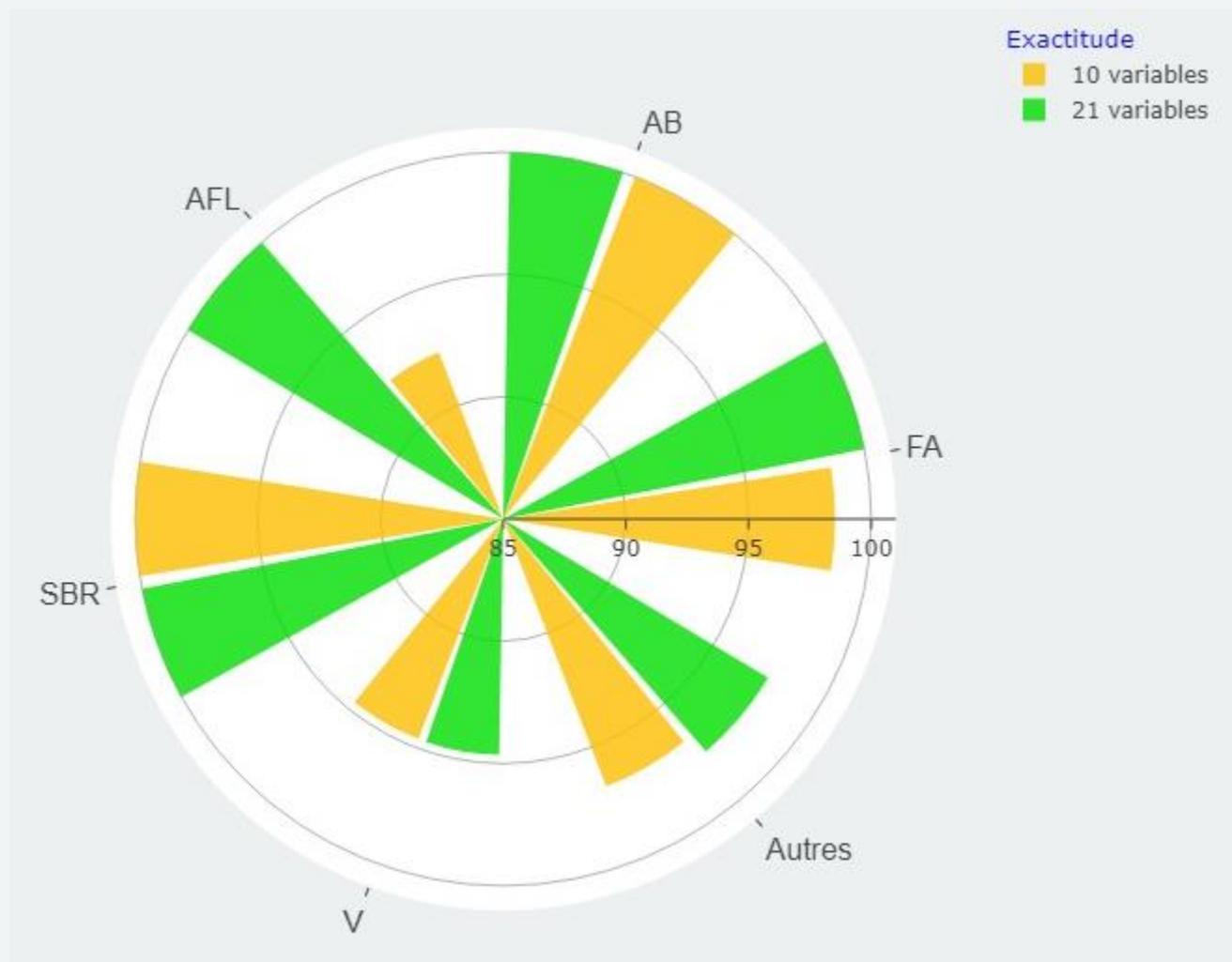
# RSN Vs. Arythmies : M.1 & M.2

## Interface graphique d'automatisation des tests :

- Modèle « MLP Classifier »
- Technique XGBoost « 21 variables »

## Modèle HOLTER :

- Modèle « MLP Classifier »
- Technique XGBoost « 10 variables »



## Cible 2 : Multi classe (RSN Vs. Arythmies)

- Rythme Sinusal Normal (RSN) avec battements ectopiques
- Arythmie auriculaire
- Arythmies ventriculaires

Rythme sinusal	Arythmie auriculaire	Arythmie jonctionnelle	Arythmie ventriculaire
Rythme sinusal normal	Tachycardie supraventriculaire	Tachycardie jonctionnelle	Tachycardie ventriculaire
Bradycardie sinusale	Flutter auriculaire	Rythme d'échappement	Fibrillation ventriculaire
Tachycardie sinusale	Fibrillation auriculaire	Extrasystoles jonctionnelles	
Arythmie sinusale			

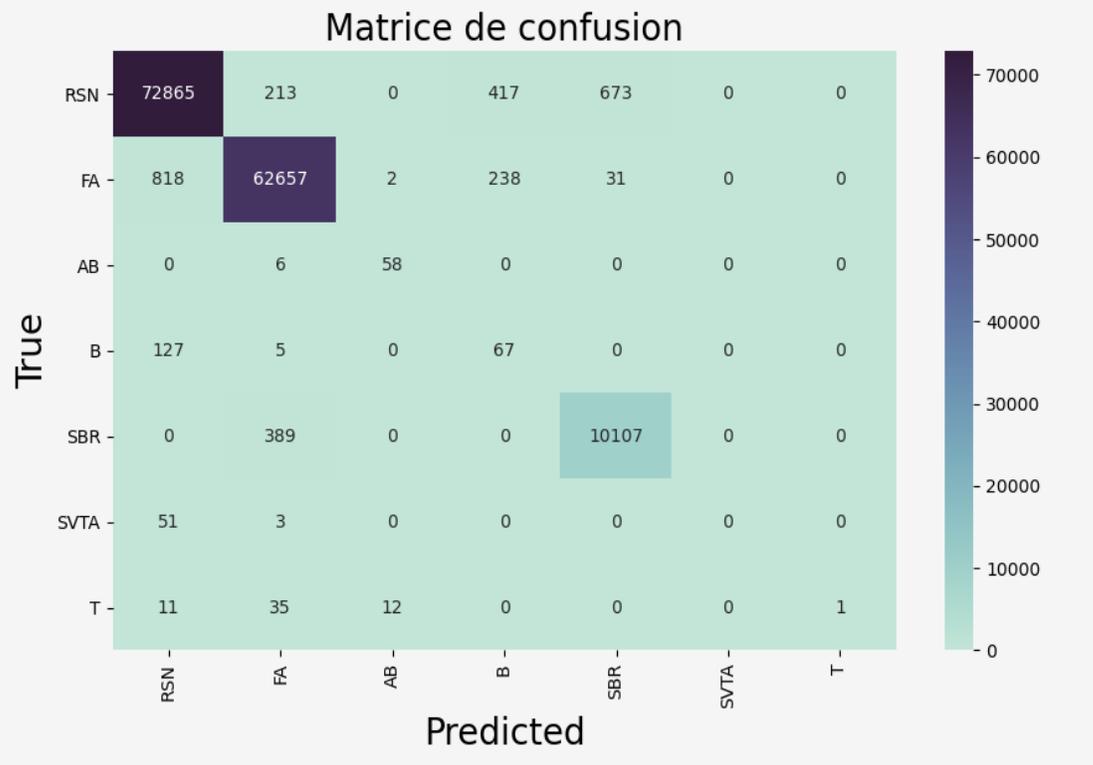
# Multi classe (RSN Vs. Arythmies): Résultats

## Interface graphique d'automatisation des tests :

- Modèle « Random Forest Classifier »
- Technique Analyse en composantes indépendantes
- 5 ICs / dynamique → 35 variables

Classes	Exactitude	Taille
RSN	98,34%	74168
FA	98,29%	63746
AB (bigéminisme auriculaire)	90,625%	64
SBR (bradycardie sinusale)	96,29%	10496
Autres	21,79%	312

Tableau récapitulatif des résultats de la base de données de tests en fonction des arythmies



# Cible 3 (Focus) : RSN Vs. FA

- Rythme Sinusal Normal (RSN) avec battements ectopiques
- Fibrillation Auriculaire

Rythme sinusal	Arythmie auriculaire	Arythmie jonctionnelle	Arythmie ventriculaire
Rythme sinusal normal	Tachycardie supraventriculaire	Tachycardie jonctionnelle	Tachycardie ventriculaire
Bradycardie sinusale	Flutter auriculaire	Rythme d'échappement	Fibrillation ventriculaire
Tachycardie sinusale	Fibrillation auriculaire	Extrasystoles jonctionnelles	
Arythmie sinusale			

# La Fibrillation Auriculaire (FA)

**Arythmie** ≡ anomalie / irrégularité du rythme cardiaque

La FA ≡ forme la plus commune des arythmies

- Associée à un **risque d'AVC\*** **cinq fois plus élevé** que les autres pathologies cardiaques
- Surnommée "**tueur silencieux**"

**Symptômes** de la FA variant d'une personne à une autre, allant d'absence de symptômes à :

Palpitations cardiaques



Douleurs thoraciques



Essoufflement



Vertiges



\* Accident Vasculaire Cérébral (AVC)

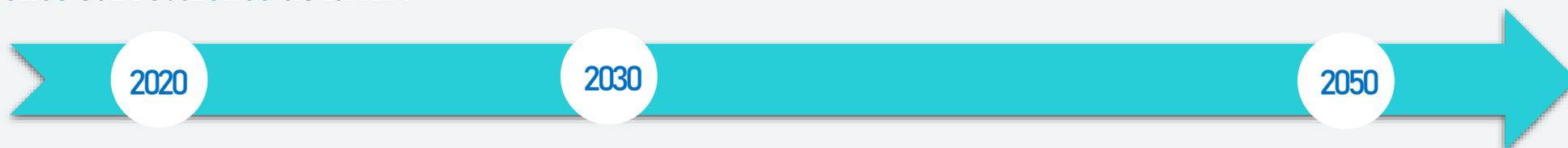
# La Fibrillation Auriculaire (FA)

**Arythmie**  $\equiv$  anomalie / irrégularité du rythme cardiaque

La FA  $\equiv$  forme la plus commune des arythmies

- Associée à un **risque d'AVC\***  **cinq fois plus élevé** que les autres pathologies cardiaques
- Surnommée "tueur silencieux"

**Incidence et Prévalence** de la FA :



Nombre de personnes atteintes de FA :

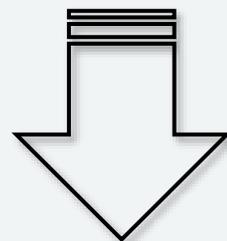
- 2,7 millions aux USA
- 4,5 millions en Europe

Dans le monde :

- 750 000 hospitalisations/an
- 130 000 décès
- 15% AVC

1,8-2,6 millions /an d'incidents FA aux USA  
9 à 12 millions de prévalence de FA aux USA  
Taux de croissance annuel de 4,6%

16 millions aux USA  
16-17 millions en Europe



**la FA est un véritable enjeu de santé public**

\* Accident Vasculaire Cérébral (AVC)

# RSN Vs. AF: Résultats

## HOLTER :

- Modèle « Random Forest Classifier »
- Technique XGBoost
- 8 variables

	Exactitude	Spécificité	Sensibilité
Validation	99,22%	98,67%	99,78%
Test	99,23%	98,72%	99,66%

	Anormal		Normal	
	TN	FP	FN	TP
Validation	443	6	1	448
Test	62932	814	254	73914

## Interface graphique d'automatisation des tests :

- Modèle « Extreme Gradient Boosting »
- Technique XGBoost
- 24 variables

	Exactitude	Spécificité	Sensibilité
Validation	99,11%	98,67%	99,56%
Test	99,27%	98,93%	99,56%

	Anormal		Normal	
	TN	FP	FN	TP
Validation	444	6	2	448
Test	62991	755	257	73911

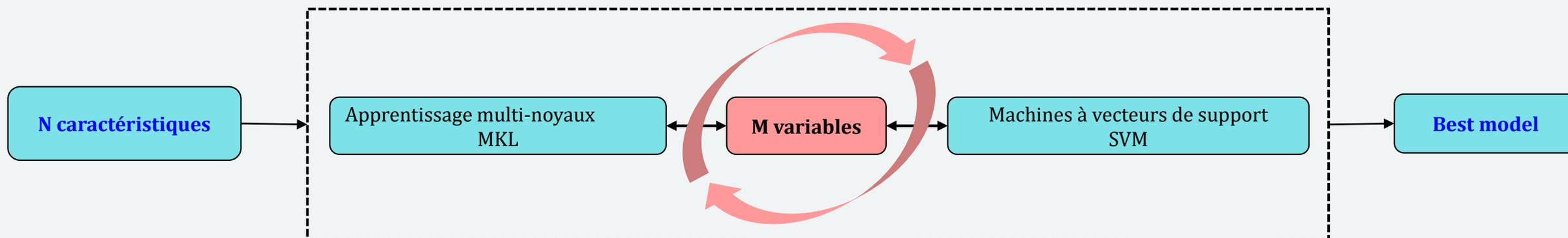
# RSN Vs. AF : nouvelle approche de sélection de variables

## HOLTER :

- modèle SVM avec 13 variables sélectionnées par la technique MKL

	Sensibilité	Spécificité	Justesse
Validation	99,66%	99,58%	99,61%
Test	99,57%	99,97%	99,77%

		Classe estimée		
		RSN	FA	
Classe réelle	RSN	<b><i>VN = 65 633</i></b>	<b><i>FP = 267</i></b>	65 900
	FA	<b><i>FN = 19</i></b>	<b><i>VP = 62163</i></b>	62 163
		65 652	66 411	



Merci pour votre attention !